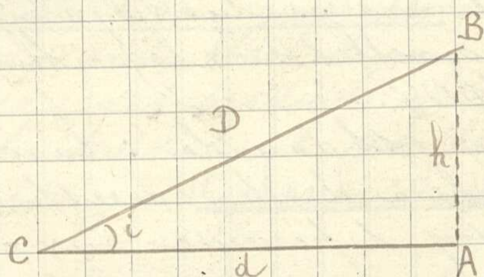
La régle à éclimêtre

La règle à calcul

Dans les opérations faites à la règle à éclimètre les topographes sont amenés à calculer les quantités suivantes :

$p = ab$ (produit de 2 nombres)



$d = D \cos I$ (réduction d'une distance à l'horizon)

$h = D \sin I$ (Calcul de la différence de niveau → entre les points A et B connaissant la distance suivant la pente entre ces 2 points :

$h = d \operatorname{tg} I$ (calcul de la différence de niveau réduite à l'horizon.

Ces calculs se font avec la règle à calcul.

Nous allons montrer comment il faut procéder et comment aussi on peut faire les calculs inverses :

$D = \frac{h}{\sin I}$ $b = \frac{p}{a}$ $d = \frac{h}{\operatorname{tg} I}$ $D = \frac{d}{\cos I}$

Description de la règle à calcul

Elle se compose de la règle proprement dite et de la réglette qui peut coulisser dans la règle. Les arêtes de la règle et de la réglette qui se font vis à vis portent chacune une échelle graduée comme il est indiqué ci-dessous.

1° L'échelle inférieure de la règle ou échelle des produits portent une graduation chiffrée de gauche à droite dont les divisions sont proportionnelles aux logarithmes des nombres, la chiffraison indique la valeur du nombre correspondant.

2° L'échelle inférieure de la réglette ou échelle des distances portant une graduation

identique à la précédente.

3° L'échelle des tangentes ou échelle supérieure de la réglette portant une graduation dont les divisions sont proportionnelles aux logarithmes des tangentes des angles de 3G à 50G.

La chiffraison est double : la chiffraison supérieure qui va de droite à gauche forme l'échelle des tangentes et la chiffraison inférieure celles des cotangentes.

4° L'échelle supérieure de la règle ou échelle des sinus porte une graduation dont les divisions sont proportionnelles aux logarithmes des sinus de 3G à 100G.

La chiffraison est double : la chiffraison inférieure de gauche à droite correspond aux sinus, la chiffraison supérieure aux cosinus.

Les index.

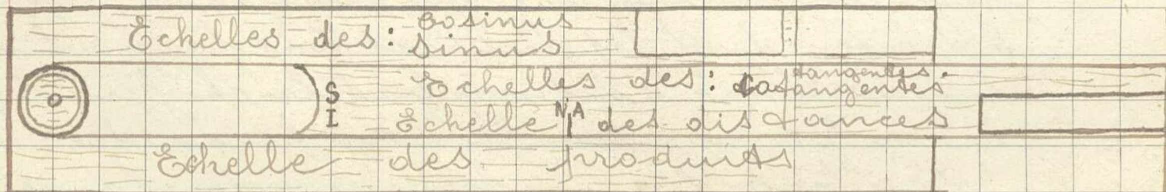
Sur l'échelle des distances se trouvent 2 index l'un marqué I l'autre NA.

Sur l'échelle des sinus se trouvent de mêmes 2 index marqués T et dont l'un se confond avec le trait 100G de l'échelle des sinus (Nous verons plus loin leur emploi)

Les tableaux.

Sur la règle se trouvent 2 tableaux qui servent au placement de la virgule dans dans les résultats obtenus.

Un troisième tableau sur la reglette sert au calcul de l'erreur de niveau apparent.



Emploi de la règle à calcul.

Dans toutes les opérations faites à la règle à calcul on fait d'abord abstraction de la place des virgules dans les nombres donnés, on lit le résultat chiffre par chiffre sans essayer de lire le nombre puis on place la virgule comme il sera indiqué plus loin.

Il faut également bien faire attention que dans toutes les échelles les divisions sont inégales et n'ont pas les mêmes valeurs d'un bout à l'autre de la règle. En lisant chiffre par chiffre on évite les erreurs provenants de ce fait.

Règle générale.
Le résultat d'un produit se lit toujours sur l'échelle des produits, le résultat d'une division se lit toujours sur l'échelle des distances.

Calcul d'un produit.

$P = ab$

Règle. Amener l'index I de l'échelle des distances en face la division "a" de l'échelle des produits

En face de la division "b" de l'échelle des distances lire le résultat sur l'échelle des produits

En effet par construction:

$OI = \log a + Ib = \log b$ donc $Ob = \log a + b$
$= \log P$.

Calcul du produit d'un nombre par un sinus

$h = D \sin I$. Il y a 2 cas à distinguer suivant que l'angle i est plus grand ou plus petit que 3G.

a) L'angle est plus petit que 3G.

Règle. _ Amener l'index I de l'échelle des distances en regard de la division "i" de l'échelle des produits. Le nombre "i" étant le nombre de minutes compris dans l'angle donné. En face de la division D de l'échelle des distances lire le résultat sur l'échelle des produits

En effet quand l'angle i est plus petit que 3 G. on admet que le sinus

est proportionnel à l'angle c'est à dire que sin $i = 1$ donc sin $i' = 1$ sinus i' donc $h = D$

Or par construction :

$$Ii' = \frac{\log 1}{\sin i'} \quad \text{donc } Oi = \log i - \log \frac{I}{\frac{I}{\sin I'}} =$$

$\log h$.

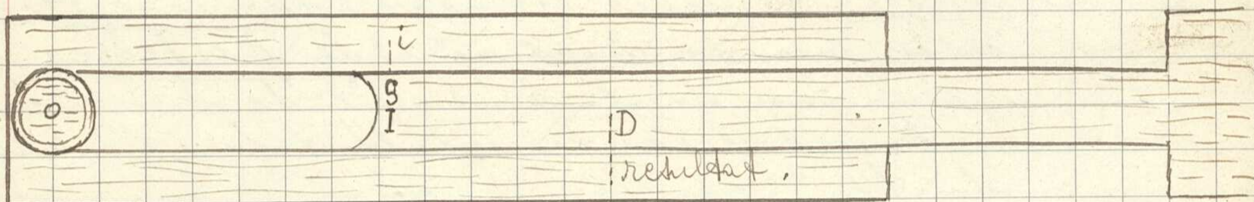
b) L'angle est plus grand que 3G.

Règle : Amener le trait I de l'échelle des distances en regard de la division i de l'échelle des sinus. En face de la division D de l'échelle des distances lire le résultat sur l'échelle des produits

En effet par construction :

$Oi = \log \sin i \qquad D = \log D$

donc $OD = \log \sin i + \log D = \log . h$.



Calcul du produit d'un nombre par un cosinus

On opère comme pour le produit d'un nombre par un sinus plus grand que 3G. en prenant la division i sur l'échelle des cosinus (graduation supérieure de l'échelle des sinus)

Calcul du produit d'un nombre par une tangente

$h = d \, tg \, i$.

Il y a 2 cas à considérer suivant que l'angle est plus grand ou plus petit que 3G.

a) L'angle est plus petit que 3G.

On admet dans ce cas que la tg = le sinus. On est donc ramené au cas du produit D sin i quand i est plus petit que 3G.

b) L'angle i est plus grand que 3G.

Amener la division i de l'échelle des tangentes en face de l'index T de l'échelle des sinus; en face de la division "d" de l'échelle des distances lire le résultat sur l'échelle des produits.

En effet par construction: Quand l'index "T" est en regard de la division 3G de l'échelle des tangentes On a:

$Oi = \log tg\, 3G$ Quand on l'avance jusqu'en I on a donc $OI = \log tg\, I$ On a aussi $I = \log d$ donc $Od = \log tg\, I + \log d = \log b$.

Division d'un nombre par un autre ($b = \frac{P}{a}$)

Amener la division I de l'échelle des distances en regard de la division "a" de l'échelle des produits. En face de la division P de l'échelle des produits lire le résultat sur l'échelle des distances.

Division d'un nombre par un sinus. ($d = \frac{h}{\sin i}$)

Il y a 2 cas à considérer suivant que l'angle est plus petit ou plus grand que 3G.

1° L'angle est plus petit que 3G.

Amener l'index I ~~sur~~ de l'échelle des ~~produits~~ distances. En face de la division h de l'échelle des produits lire le résultat sur l'échelle des distances.

2° L'angle i est plus grand que 3G.

Amener le trait I de l'échelle des distances en regard de la division "h" de l'échelle des produits lire le résultat sur l'échelle des distances.

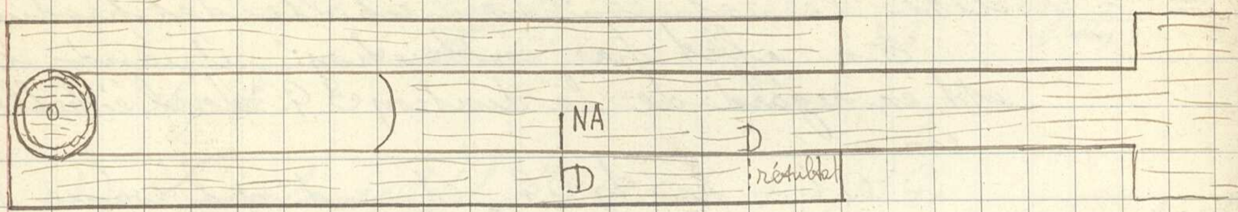
On trouverai de la même manière:

$$D = \frac{d}{\cos i} \qquad d = \frac{h}{tg\, i}$$

Calcul de l'erreur de niveau apparent.

C'est l'erreur due à la sphéricité de la terre et à la réfraction des rayons lumineux, dans la détermination de l'altitude d'un

visé éloigné : Elle est donnée par la formule : $NA = D^2 \frac{1}{151,75}$ où D est la distance exprimée en km.



Amener l'index NA de l'échelle des distances en regard de la division D de l'échelle des ~~distances~~ produits. En face de la division D de l'échelle des distances lire le résultat sur l'échelle des produits

En effet par construction :

$I\,NA = \log 151,75$ donc :

$$OD = \log D - \log 151,75 + D^2 \frac{1}{151,75} = \log NA$$

Manière de placer la virgule

Pour placer la virgule il faut se reporter au petit tableau qui se trouve sur la réglette ou sur la règle.

Un premier tableau qui sert pour les multiplications ou les divisions par un sinus et par un cosinus donne les valeurs des angles dont le sinus est égal à 0,01, 0,1 et 1.

angles	63'7	6°,38	100°
sinus	0,01	0,1	1

Si donc l'angle i est compris entre 63'7 et 6°,38 son sinus est entre 0,01 et 0,1 (et par suite le produit $k = D \sin i$ est compris entre 0,01 D et 0,1 D. On place la virgule en conséquence.

Un second tableau permet de calculer de même pour les produits d'un

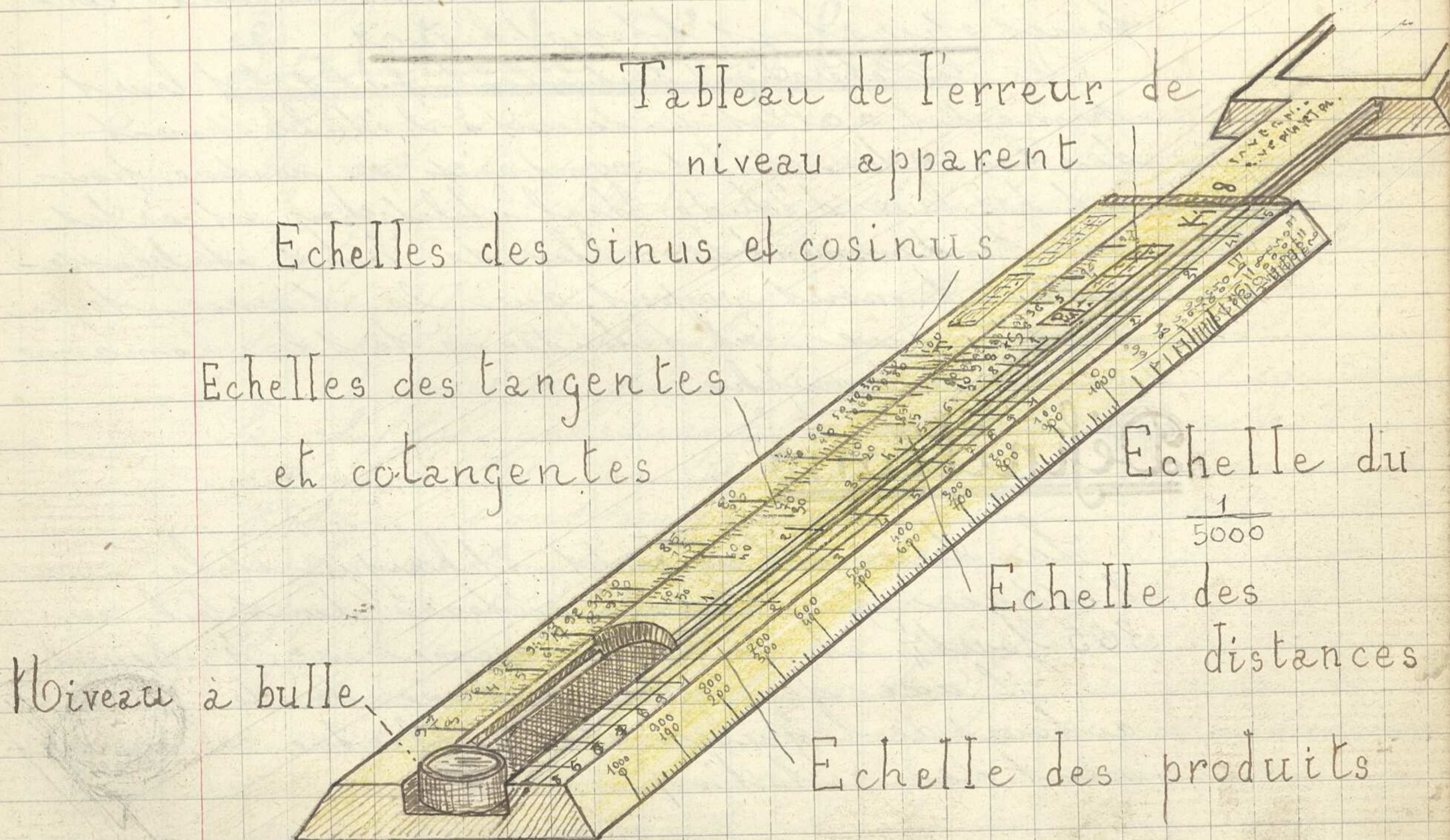
nombre par la tangente.

Calcul de l'erreur de niveau apparent

Pour le calcul de l'erreur de niveau apparent un troisième tableau donne les distances pour lesquelles cette erreur est égale au 0,01 et 0,1 de cette distance (en mètre) On s'en sert comme du tableau des sinus

On peut prolonger les tableaux relatifs au sinus et au tangentes pour les très petits angles en remarquant que les sinus et tangentes de ces points ou angles étant proportionnels aux angles ont doit avoir pour un angle de 6'37 : sin 6'34 = 0,001 (tg 6'37 = 0,001

La règle à calcul donne des résultats au $\frac{1}{3000}$ près.



Généralités

La topographie dans son sens le plus général est la science qui a pour objet l'établissement et l'emploi des cartes.

Une carte est la représentation sur un plan des détails naturels et artificiels qui se trouvent à la surface du sol, ainsi que la configiration de cette surface.

La topographie fait partie de la science militaire : il faut au gradé une image du terrain pour préparer, diriger exécuter les opérations militaires comme il faut un plan à l'ingénieur le projet de ses travaux et en assurer l'exécution.

Mais il ne suffit pas suivant l'expression consacrée de savoir lire la carte il faut encore savoir effectuer sur le terrain et sur les cartes certaines opérations de mesure et de dessin, certaines opérations topographiques.

Or ces opérations sont identiques dans leurs principes à celles qui servent à l'établissement de la carte. Nous voyons ainsi que nous ne pouvons pas faire d'étude de l'utilisation des cartes indépendamment de celles de leurs établissement et nous voyons que la science topographique doit s'étendre à tout le domaine de la topographie

Définitions

La terre est un corps sphérique isolé dans l'espace qui tourne autour du soleil en 365 jours $\frac{1}{4}$ et sur elle même en 24 heures.

L'axe de la terre est une droite fictive autours de laquelle elle effectue ce mouvement de rotation.

Les 2 points ou cet axe perce le globe terrestre sont les pôles.

Pour fixer la position d'un point à la surface de cette sphère les géographes ont tracé des cercles formant un canevas.

Imaginons un grand cercle faisant le tour de la sphère à égale distance des pôles nous aurons l'équateur terrestre. Les cercles plus petits parrallèles à l'équateur et s'étageant jusqu'aux pôles ont reçu simplement le nom de parallèles

Supposons maintenant qu'il s'agisse de fixer la position d'une ville, voyons quel service vont nous rendre ces cercles. La ville sera située soit du coté du pôle nord soit du coté du pole sud nous dirons qu'elle est dans l'hémisphère boréal ou austral.

De l'équateur aux poles en allant par le plus court chemin nous décrirons un quart de circonférence soit 90° ou 100G.

Latitude d'un lieu

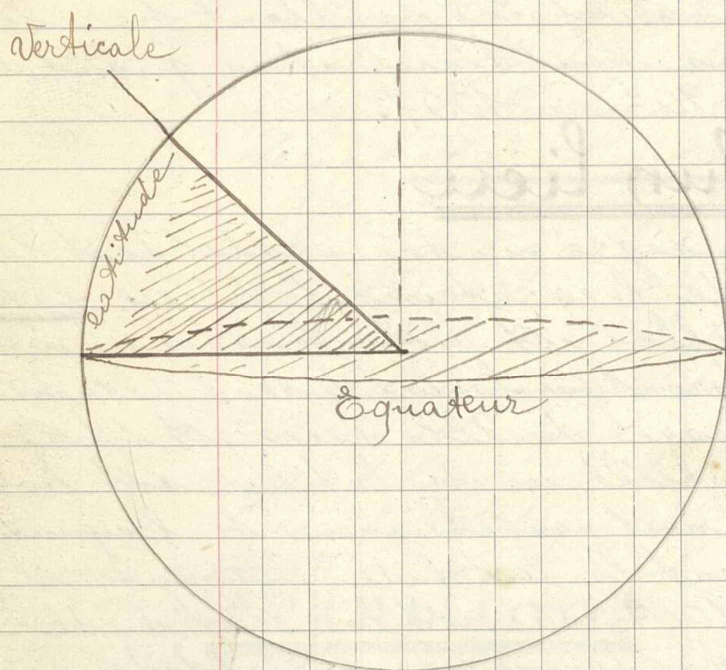
Le nombre de degré ou de grades dont la ville est éloignée de l'équateur s'appelle latitude

Exemple: Abbeville est distante de l'équateur de 50° Nous dirons que la latitude d'Abbeville est de 50° Ou encore qu'Abbeville est située sur la 50ème parallèle ici la latitude est boréale

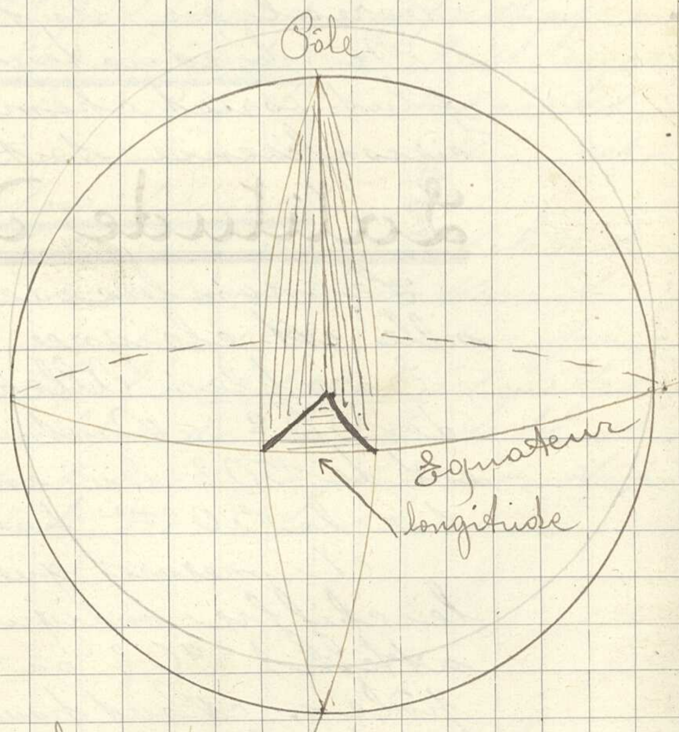
A mesure que nous nous éloignons de l'équateur le chiffre indiquant la latitude augmente il atteint 90° ou 100G. qui est la latidude du pôle. Nous pouvons donner de la latidude une autre définition. Considérons en effet un voyageur munit d'un fil à plomb et marchant de l'équateur vers le pôle. Le fil à plomb nous le savons tend vers le centre de la terre sa direction indique la verticale. Mais il suffit de regarder la figure pour voir qu'à chaque instant la position du fil à

plomb de notre voyageur changera suivant son déplacement par rapport à l'équateur. L'angle formé par la verticale avec le plan de l'équateur s'accroîtra sans cesse en allant vers le pôle où il atteindra 90° ou 100 G.

Notre verticale en chaque lieu peut donc être regardée comme un rayon de la terre et les arc comptés sur sa circonférence correspondant aux angles au centre nous voyons qu'au lieu de mesurer la latitude par l'arc parcouru nous pouvons tout aussi bien et mieux l'évaluer par l'angle que forme la verticale du lieu avec l'équateur.



Latitude d'un lieu



Longitude d'un lieu

Longitude d'un lieu

Cela ne saurai suffire toutefois pour fixer la position d'un point il n'y a pas qu'Albeville sur le 50ème parallèle. Il faut donc pouvoir même sur un parallèle distinguer un lieu d'un autre c'est pourquoi on a imaginé des cercles passant par les pôles qui coupent par conséquent les parallèles et l'équateur et qui s'appellent méridiens.

L'arc de cercle (compté en degrés) compris entre le méridien d'un lieu et un premier méridien arbitrairement choisit nous fournit donc un second nombre qui déterminera définitivement la position du lieu sur le globe c'est ce que les géographes appellent longitude.

Méridien origine

Cette détermination du premier méridien ou méridien origine à donné lieu à diverses reprises à des compétitions fort curieuses entre les différents peuples. chaque nation a voulu posséder le premier méridien.

Autrefois on avait adopté celui qui passe par l'île de fer la plus occidentale des canaries. c'était alors la limite du monde connu.

Pendant longtemps le méridien de Paris qui passe par l'observatoire de cette ville à eu la prédominance.

Mais en ce moment le méridien anglais traversant l'observatoire de Greenwick près de Londre tend à prévaloir et à devenir international.

Quoi quil en soit de ces petites rivalités on conçoit qu'au point de vu théorique et pratique il sufit de s'entendre et de désigner le méridien origine pour fixer la position d'un point de la terre d'une façon préise

La latitude et la longitude sont les coordonnées géographiques nécessaire à cet effet.

Etablissement des cartes

Systêmes de projections.

Nous avons vu que la carte est la représentation sur un plan de la surface terrestre. Mais cette surface étant sphérique et sillonnées par des mouvements de terrain il est impossible de la figurer sur un plan sans la déformer. On construit une carte en faisant correspondre à chaque point de la surface terrestre à un point sur le plan suivant une certaine loi à laquelle on donne le nom de systême de projections.

Les principaux systême de projection sont :

1° La projection Bonne. (Cette projection a servi à l'établissement de la carte au $\frac{1}{80000}$)

2° La projection de Clarke.

3° La projection de Lambert. Actuellement employée pour les levés du service géographique.

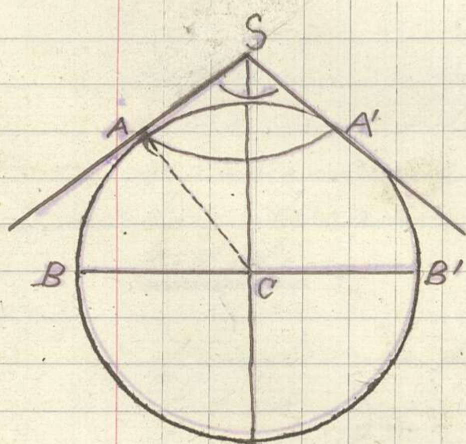
Géodésie.

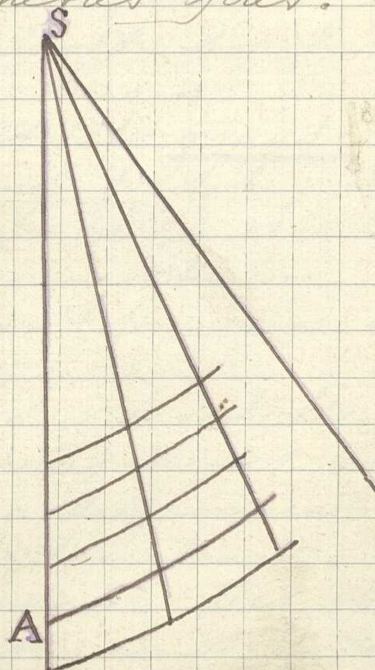
On commence par déterminer un certain nombre de points judicieusement choisis qui forment le canevas des points géodésiques. et on complète la carte par des opérations topographiques qui s'appuient sur ce canevas.

Pour établir ce canevas géodésique. on détermine les coordonnées géographiques. des point de départ au moyen d'observations astronomiques qui donnent en même temps

L'orientation d'un premier coté servant de base et que l'on mesure avec précision. point
On mesure ensuite les angles d'une série de triangles s'appuyant sur cette base et ayant leurs sommets au point choisi pour former le canevas géodésique; Ces donnés permettent de calculer la longueur des cotés de ces triangles et par suite les coordonnés géographique de leurs sommets.

La triangulation d'une région qui comprend d'abord des chaînes de triangles de grandes dimension. (40 à 50 Km) qui couvrent toute la région, leurs sommets sont les points de premier ordre qui sont déterminés à 2 ou 3 décimètres près; Ces grands triangles sont remplit par des triangles plus petits dont les sommets sont les points de second ordre, dont la précision est de 0,50 environ. Enfin de tous ces points où l'on stationne on vise sans aller y stationner d'autres points remarquables qui obtenus par intersection forment les points de 3ème ordre; ils sont déterminés à 1 ou 2 mètres près.



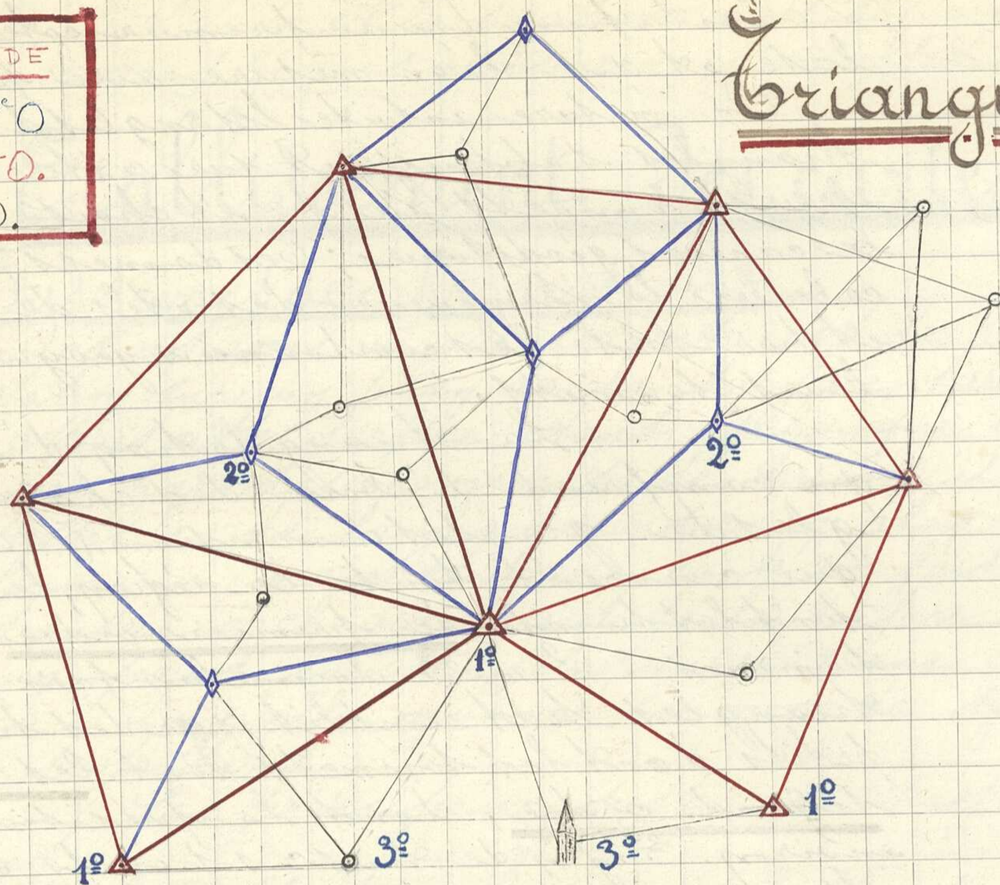


SYSTÈMES DE PROJECTION. (LAMBERT)

Triangulation

LEGENDE

- 2ème O
- 1ère O.
- 3ème O.



Les opérations topographiques s'appuient sur tous ces points : elles commencent par l'exécution d'un canevas complémentaire établit au moyen de cheminement de précision fait au tachéomètre, et dont les points sont calculés.

Topographie. Echelles.

On appelle échelle d'une carte la réduction que subissent les dimensions linéaires en passant du terrain à la carte. (C'est le rapport entre une longueur mesurée sur la carte et ce qu'elle représente sur le terrain).

On appelle échelle numérique la fraction de la forme $\frac{1}{m \times 1000}$ qui exprime ce rapport et qui signifie :

1° Une longueur mesurée sur le terrain et réduite $m \times 1000$ pour être reportée sur le plan ;

2° Qu'une longueur mesurée sur la carte représente une longueur $m \times 1000$ fois plus grande sur le terrain. En particulier, suivant une formule d'application courante, 1 millimètre sur la carte représente m mètre sur le terrain.

L'échelle est dite grande quand petit m est relativement petit ; il faut alors une étendue de papier relativement grande pour représenter une étendue donnée du terrain et inversement pour une échelle petite.

Le choix de l'échelle a une grande importance ; nous verrons par la suite les considérations qui déterminent ce choix dans chaque cas particulier.

Avant de commencer les opérations topographiques proprement dites, qui sont des opérations graphiques, on répar

se sur la planchette à l'échelle et dans le système de projection adoptées le réseau des méridiens et des parralèles;
On y place ensuite tous les points géodésique et les points du canevas tachiométrique dont les coordonnées ont été calculées.
Ce canevas servira à établir la planimétrie et le figuré du terrain qui constitue la carte.

Planimétrie.

Signes conventionnels.

La planimétrie d'une carte comprend tous les objets naturels ou artificiels qui sont à la surface du sol; comme beaucoup de ces objets ne pouraient être figurer avec leur véritable aspect ou même avec leur vraie grandeur de l'échelle on a été amené à adopter pour chacun d'eux des signes particuliers qui servent à les représenter : l'ensemble de ces signes particuliers qui forment le tableaux des signes conventionnels. variables avec les différentes cartes et les différentes échelles.

Figuré du terrain.

On a calculé pour tous les points du canevas géodésique et tachiométrique les côtes d'altitude au dessus du niveau moyen de la mer. Ces côtes permettent de calculer celle de tous les points déterminés graphiquement dans les opérations topographique. Toutes ces côtes sont employée pour figurer le terrain sur la carte au moyen des courbes de niveau.

On appelle courbes de niveau les courbes d'intersection du terrain par des plans horizontaux équidistants : tous les points d'une même courbe de niveau sont donc à la même altitude. L'équidistance adoptée varient avec l'échelle de la carte ; pour le $\frac{1}{10000}$ elle est de 5 mètres, pour le $\frac{1}{20000}$ de 10 mètres.

Les opérations topographiques élémentaires comportent le tracé des directions, la mesure et le rapport des distances, la mesure des pentes pour les levés au $\frac{1}{10000}$, elles se font au moyen de la règle à éclimètre.

Comme toutes les opérations, elles sont sujettent à des erreurs.

Fautes et erreurs.

Comme toutes les opérations, elles sont sujettent à des erreurs qui proviennent soit de l'opérateurs, soit des instruments employés, soit des méthodes. Les unes sont inévitables les autres peuvent et doivent être évitées : Il est nécessaire d'enter à ce sujet dans quelques détails.

Nous distinguerons d'abord nettement les erreurs proprement dites des fautes.

Les fautes proviennent de l'opérateur soit des instruments employés soit des méthodes. Les unes sont inévitables. Les fautes proviennent de l'opérateur et sont toujours évitables, par exemple : il y a faute dans une mesure de distance à la chaine d'arpenteur quand on oublie de compter une fiche la distance trouvée est éronnée de 10 mètres.

Il y a faute quand on fait une mesure de pente à la règle à éclimètre en oubliant de caler le niveau.

1º Les erreurs proprement dites sont de 2 sortes.
1º Les erreurs systématiques sont de 2 sortes
2º Les erreurs accidentelles.

Les premiers agissent toujours dans le même sens pour fausser le resultat et peuvent devenir fort importantes quand on répète un grand nombre de fois la même opération.

Par exemple : dans une mesure de distance à la chaîne si on opère avec une chaine trop courte de $0^m,02$ chaque portée de chaîne ajoute au total une erreur de même valeur ; il en est de même si on mesure des distances avec une Stadia n'ayant exactement 2 mètres ou avec une règle à éclimètre mal réglée.

On aura également une erreur systématique si l'aide à la chaîne plante toujours sa fiche obliquement dans le même sens.

Pour éviter les erreurs systématiques il faut donc verifier avec soin les instruments employés pour s'assurer de leur exactitude et de leur bon réglage et corriger les ~~mêmes~~ manières d'opérer qui sont défectueuses.

Les erreurs accidentelles sont inévitables elles proviennent soit de l'imperfection des instruments soit de l'imperfection de l'opérateur.

Par exemple pour reporter une longueur sur la planchette on commètra toujours une erreur soit dans un sens soit dans l'autre car on ne peut guère évaluer à l'œil une longueur inférieure à $\frac{1}{10}$ de millimètre. Si l'on reporte plusieurs longueurs à la suite les unes des autres les erreurs pourront soit s'ajouter soit se compenser en partie. On demontre que l'erreur totale pour un nombre n d'opération est égal à l'erreur moyenne multipliée par $\sqrt{n}$

Les opérations et les instruments ont

donc été choisis de façon que l'on puisse obtenir le degré de précision exigé pour le travail c'est à dire qu'en aucun cas l'erreur totale $e\sqrt{n}$ ne dépasse une limite donnée. Si donc dans une opération quelconque on obtient pas la précision requise cela provient soit d'une faute soit de l'accumulation d'erreur systématique dues à l'emploi d'instruments mal vérifiés ou non réglés soit d'une erreur dans l'application de la méthode, en d'autre termes cela provient uniquement de l'opérateur.

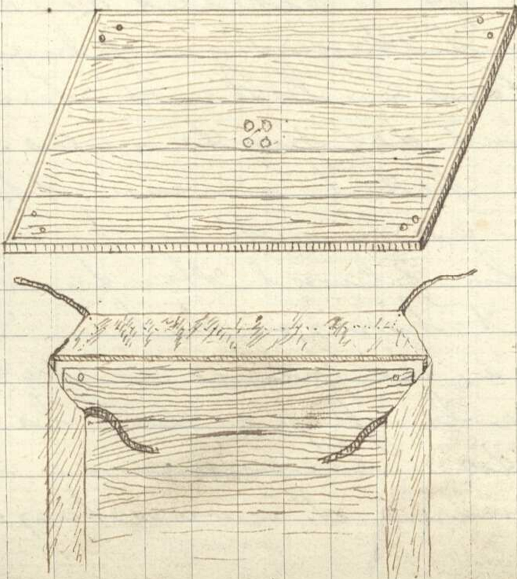
Description des instruments employés pour les levés au $\frac{1}{10000}$

Les instruments employés pour l'exécution des levés aux grandes échelles sont:
La planchette et sa couverture, le pied de planchette, le déclinatoire, la règle à éclimètre, le jalon-mire et son viseur, et diverses accessoires.

Planchette et couverture

La planchette est une tablette rectangulaire en bois, bien dressée, sur laquelle on fixe la feuille de papier à dessin du levé.

Les dimention les plus couramment employées sont: $0^m,40 \times 0^m,40$, $0^m,40 \times 0^m,50$ et $0^m,50 \times 0^m,60$; la planchette $0^m,50 \times 0^m,60$ servant plus spécialement pour les levés aux grandes échelles.



La tablette formée de panneaux de peuplier bien sec, collés sur 3 épaisseurs à fibres contrariées et assemblés à tenons et mortaises dans un cadre en bois dur.

La planchette est percée dans les angles et sur ses bords de trous circulaires convenablements disposés pour

fixer le déclinatoire et l'étui de la règle à éclimètre. La face inférieure porte en son centre une plaque de bronze percée d'une ouverture circulaire et d'une rainure permettant de fixer la planchette sur son support.

Une couverture imperméable en toile ou en molesKine, s'attachant sur la planchette au moyen de quatres cordons, protège le dessin en cas de pluie ou pendant les transports.

Pieds de planchette

Le support de la planchette est constitué par un trépied en chêne à 3 branches doubles articulées sur un plateau au moyen de 3 boulons à ergot en bronze dont on serre plus ou moins les écrous à oreille pour assurer la stabilité de l'ensemble.

Chaque branche double est munie à son extrémité d'une pointe en cuivre ou en fer. Une courroie en cuir fixée à l'une d'elles les maintient serrées l'une contre l'autre pendant les transports.–

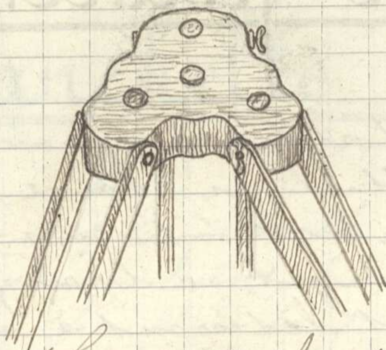
Le plateau est percé en son centre d'un trou avec rainure traversé par un boulon à ergot en bronze.

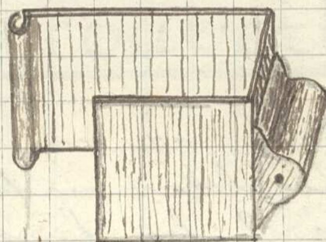
La tige de ce boulon est terminée à une extrémitée par un méplat circulaire formant tête, venue de fonte et à l'autre extrémitée par un crochet auquel on peut suspendre un fil à plomb.

Quand on veut fixer la planchette sur son pied, on la pose de telle sorte que le méplat circulaire du boulon central pénètre dans l'ouverture cir-

culaire de la plaque de bronze puis on l'a fait glisser dans le sens de la rainure de cette plaque. La tête du boulon vient buter contre le fond de la rainure et il suffit, pour immobiliser la planchette, de serrer l'écrou à oreilles du boulon qui, maintenu par son ergot, ne peut tourner, en desserrant l'écrou on rend la planchette mobile pour l'orienter, 3 rondelles de liège posées en triangle sur le plateau du pied donne plus de stabilité à la planchette tout en adoucissant les mouvements de rotation.

PIEDS de PLANCHETTE et plateau





VISEUR

Les pieds les plus généralement employés sont à branches rigides et ont $1^{m}25$ de longueur. Ils sont très stables mais un peu encombrant à transporter, pour éviter cet inconvénient on a construit différents types de pieds dont les 3 branches peuvent se replier ; leurs longueurs n'est que de $0^{m}70$, mais ils sont peu appréciés des topographes et sont beaucoup moins stables que les pieds à branches rigides qui sont préférables lorsqu'on veut exécuter des opérations topographiques précises.

Le déclinatoire

Le déclinatoire se compose d'une aiguille aimantée, montée sur un pivot

vertical placé au milieu d'une boîte rectangulaire en buis. Cette boîte est hermétiquement fermée sur sa face supérieure par une lame de verre qui est fixée dans une rainure.

Dans les bons déclinatoires la boîte est faite d'une seule pièce de buis; seul un petit coté, maintenu par 2 vis de cuivre, est rapporté pour permettre le passage de la lame de verre dans ses rainures.

Les 2 petits cotés de la boîte sont munis intérieurement de 2 plaquettes d'ivoire qui portent chacune un trait de repaire noir permettant de repérer exactement la position de l'aiguille.

Chacun des 2 grands cotés est percé de 3 trous servant d'écrou à une vis à bois en laiton à large collet destinée à fixer le déclinatoire sur la planchette. On le fixe dans un des angles de la planchette de préférence dans l'angle Nord-Ouest en plaçant la vis dans le trou de la planchette qui permet au déclinatoire de ne pas déborder celle-ci (1)

Règle à éclimètre.

Cet instrument se compose d'un éclimètre monté sur l'extrémitée d'une règle à coulisse par l'intermédiaire d'une équerre en métal faisant corps avec la coulisse.

Cette règle à coulisse taillée en biseau n'est autre qu'une règle à calcul. L'un des biseaux, coté du niveau porte une graduation en centimètre et en millimètre et une "échelle de cotangente donnant les écartements des te-

(1) Certains déclinatoires portent une vis arrêtoire qui permet d'immobiliser l'aiguille pendant les transports.

Aisns horizontales qui correspondent aux diverses pentes. et à l'équidistance graphique de 1 millimètre, l'autre biseau, coté de la lunette porte l'échelle" du $\frac{1}{5000}$ et 2 échelles de cotangentes." pour des équidistances graphiques de 2 mm et de 4 mm.

Ces 2 biseaux servent au tracer des directions des points visés.

Un petit niveau sphérique est fixé à l'autre extrémité de la règle et permet de placer la planchette dans une position sensiblement horizontale.

Sur certaines règles on a déplacé le petit niveau sphérique pour le fixer sur la branche horizontale de l'équerre en métal de façon à le rendre davantage solidaire de l'éclimètre

L'éclimètre

L'éclimètre se compose d'un (limbe denté) et d'un disque d'alidade" mobile autour d'un axe horizontal supporté par l'équerre en métal; le contact parfait du limbe et du disque est assuré par un ressort. à boudin monté sur l'axe horizontal.

Le limbe denté est gradué sur son pourtour de 10 en 10 grades. l'intervalle de 2 dents valant 5 grades.

Une lunette coudée permettant de faire les visées est soudée sur ce limbe.

Le disque alidade porte 3 dents qui viennent s'engager dans 3 intervalles du limbe; la dent supérieure porte une petite flèche repère.

un niveau à bulle d'air est fixé sur ce disque.
Une échelle mobile placée au dessus du niveau en permet le réglage.
Une vis de rappel fixée sur l'équerre en métal et butant contre un ergot vissé sur la face extérieure du disque alidade permet de déplacer ce dernier et d'amener la bulle du niveau entre ses repères, par l'intermédiaire des 3 dents du limbe alidade qui s'engrènent dans celles du limbe gradué la vis de rappel commande également le mouvement du limbe gradué et par suite celui de la lunette pour les visées en hauteur.
La lunette comprend l'oculaire, le corps de la lunette et l'objectif. Un prisme placé près de l'oculaire permet de faire les visées en regardant de haut en bas. Un coulant muni d'une vis qui se déplace le long d'une rainure hélicoïdal permet la mise au point de l'oculaire.
Au foyer de l'objectif se trouve une photographie micrométrique appelée "tableau focal" et présentant l'aspect suivant:
1° Au milieu : un grand trait pointillé sur une partie de la longueur et située dans le "plan vertical de visée" Ce trait sert dans les visées en direction.
2° Sur le coté gauche : Une échelle dite des grades, chiffrée de 0 à 5 et divisée en 50 parties égales, Cette échelle ~~cette échelle~~ sert à la mesure des angles de pente à un centigrade près.
3° Sur le coté droit : Une échelle stadimétrique verticale divisée en parties inégales servant, au moyen d'un jalon-mire à voyants fixes espacés de 2 mètres à la mesure des longueurs supérieures à 25 mètres.

4° au bas une échelle stadimétrique horizontale servant à la mesure des longueurs supérieures à 40 mètres et utilisée lorsque le jalon-mire ne peut être tenu verticalement.

5° Sur le coté droit en bas : 3 traits stadimétrique horizontaux et 3 traits stadimétrique verticaux pour la mesure des distances au moyen d'une mire-parlante.

Les angles ont pour tangente $\frac{1}{50}$ et $\frac{1}{100}$.

L'étui.

La règle à éclimètre se transporte dans un étui spécial que l'on fixe sous la planchette au moyen de 3 vis. Un ressort muni d'un petit mentonné maintien la règle dans l'intérieur de l'étui même lorsque celui-ci est ouvert (1)

Certains étuis comportent extérieurement des alvéoles avec ressort pour le logement de 2 crayons d'un canif, d'une gomme et d'un compas.

Jalon-mire

Les jalons-mires employés pour les levés aux grandes échelles sont :

Le jalon-mire ordinaire.
Le jalon-mire à hausse
Le jalon-mire de 4 mètres

Jalon-mire ordinaire.

Le jalon-mire ordinaire a 2m,40 de longueur. Il est muni de 2 voyants fixes

(1) Il est prudent de ne pas s'y fier et de fermer le couvercle quand on se déplace.

placés à 2 mètres l'un de l'autre, portant sur une face une ligne de foi noire sur fond blanc et sur l'autre une ligne de foi blanche sur fond noir. Un voyant mobile intermédiaire rouge et blanc peut être fixé à volonté sur le jalon à l'aide d'un colier de pression; ce voyant se déplace le long d'une graduation en centimètre permettant de repérer sa hauteur.

Le jalon-mire ordinaire, précédemment employé pour les levés au $\frac{1}{10000}$ est à peu près abandonné aujourd'hui, on lui préfère le jalon-mire à hausse.

Jalon-mire à hausse.

Le jalon-mire à hausse se compose de 2 montants un fixe et un mobile de 2,m50 de longueur pouvant coulisser l'un contre l'autre et maintenus par un colier de pression et un colier-fou servant simplement de guide. Chaque montant est ferré à ses 2 extrémitées.

Le montant mobile a "hausse" est muni de 2 voyants vissés à demeure à 2 mètre l'un de l'autre.

Une graduation en centimètre faite sur le montant fixe permet de repérer la position du voyant inférieur qui joue le rôle du voyant rouge et blanc dans le jalon-mire ordinaire.

Le colier de pression peint en blanc avec une ligne de foi rouge placé à égale distance des 2 voyants fixes permet la lecture des distances inférieure à 25 m. jusqu'à 12,m5

Le jalon-mire à hausse actuellement en usage pour les levés au $\frac{1}{10000}$ est très pratique surtout pour le filage de la courbe.

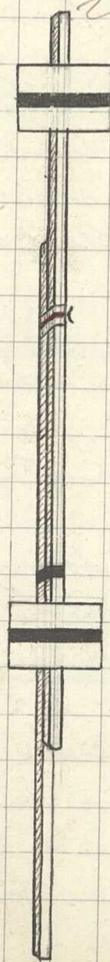
Jalon-mire de 4 mètres.

Le jalon-mire de 4 mètres est constitué par 2 branches l'une de 2m,40 l'autre de 2m,20 articulées autour d'un écrou à oreille et maintenu dans les 2 positions déployées ou fermée par une goupille traversant les 2 branches.

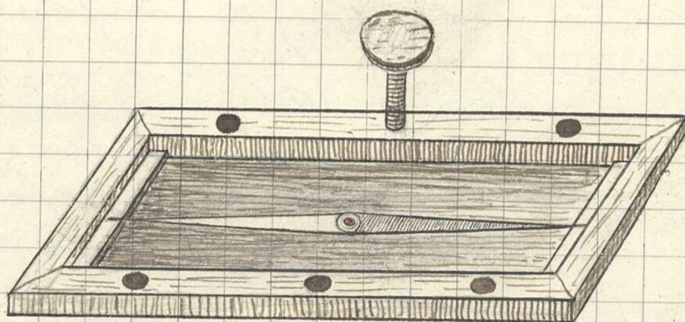
Cette branche est munie d'un grand voyant en bois portant sur une face une ligne de foi noire sur fond blanc et ayant l'autre face peinte en moitié blanc, moitié rouge fixée à 2 mètres du boulon d'axe.

Un voyant identique à ceux du jalon-mire m à hausse et placé sur l'axe même.

Un petit voyant mobile à



Jalon-mire à hausse



Déclinatoire

traits rouge sur fond blanc peut être fixé à volonté sur la branche inférieure à l'aide d'un colier de pression une graduation en centimètres faite sur toute la hauteur du jalon permet de repérer la position du voyant mobile.

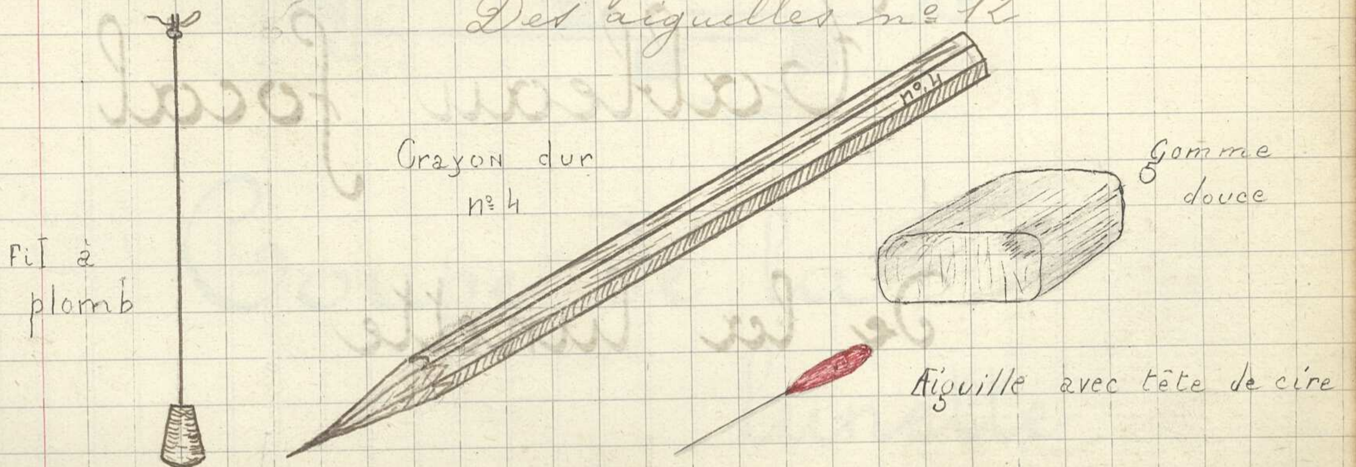
Ce jalon uniquement employé pour les levés au $\frac{1}{20000}$ peut être utilisé ouvert (4 mètres) ou fermet (2 mètres).

~ Viseur ~

Chacun de ces jalons est muni d'un petit viseur mobile, au moyen duquel l'aide peut donner au jalon une direction perpendiculaire au rayon visuel de l'opérateur

Accesoires nécessaires pour l'éxécusion des levés aux grandes échelles.~

Un fil à plomb,
Des crayons de différents numeros durs et tendres,
Une gomme douce,
Un double-décimètre,
Un frotoir,
Des aiguilles n° 12



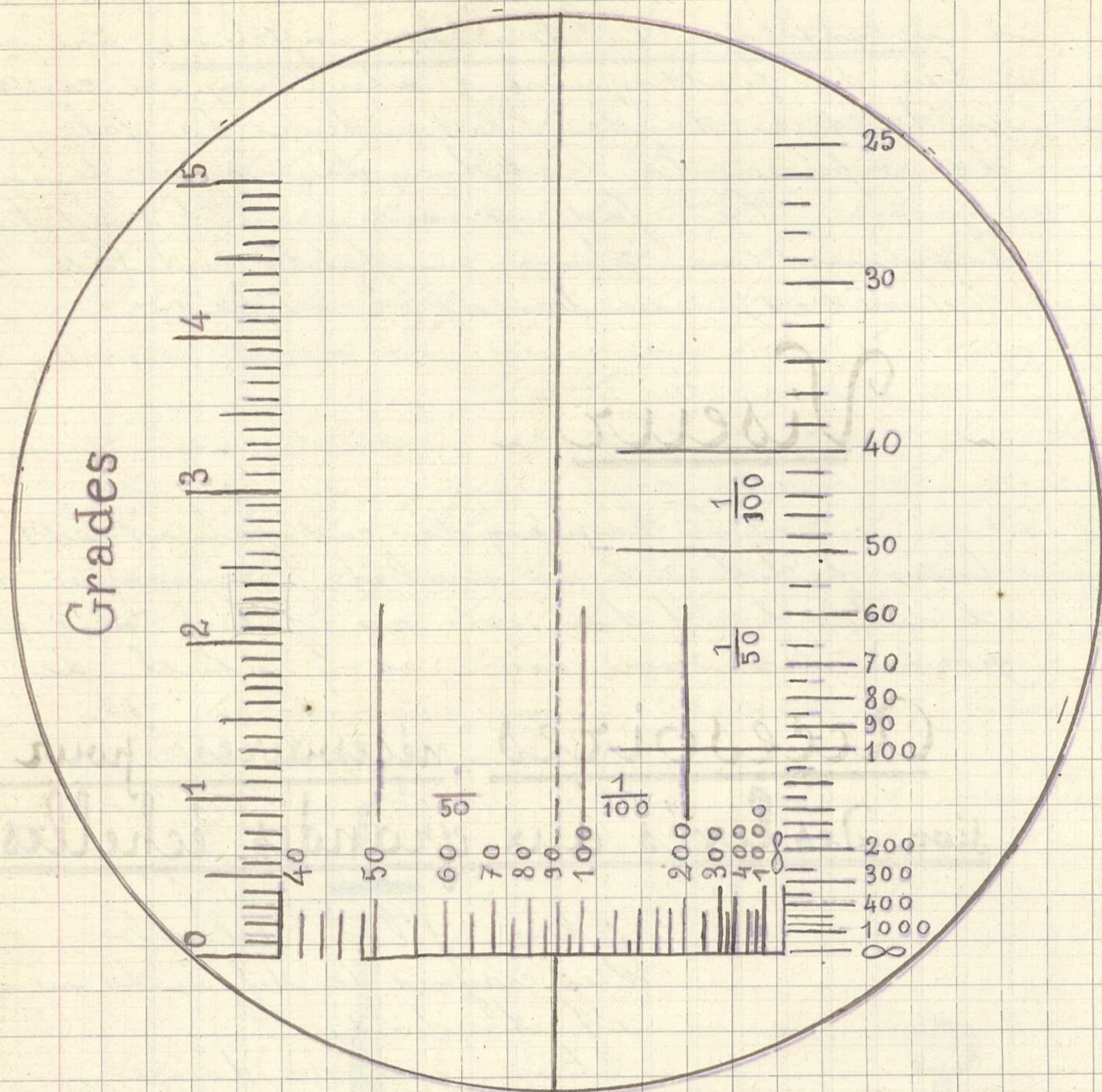
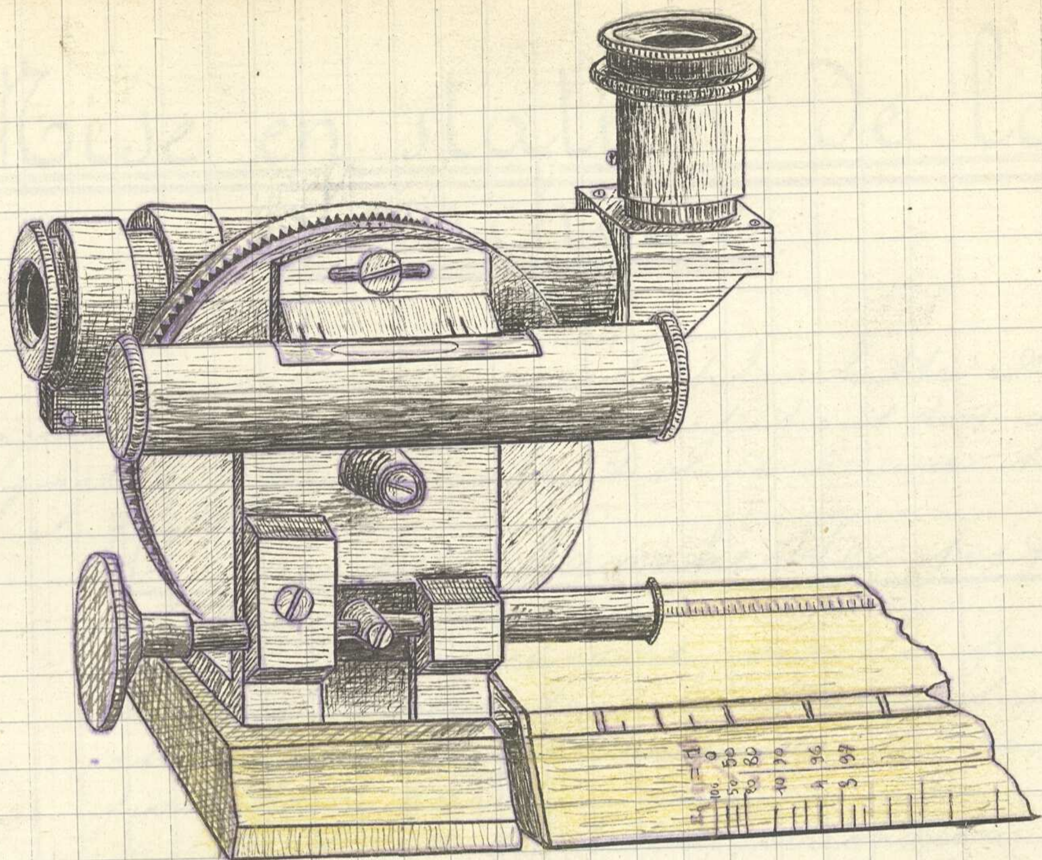
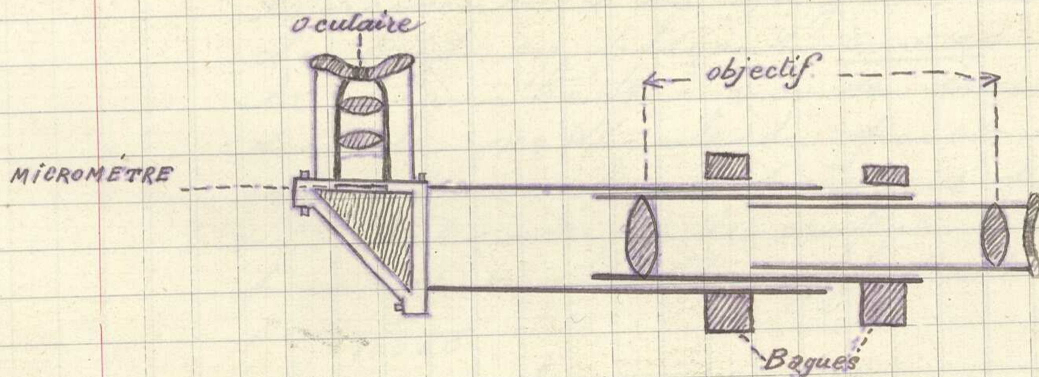


Tableau focal

de la lunette



Régle à éclimétre



Coupe de la lunette

Mise en station de la planchette

Pour obtenir avec la planchette et la règle à éclimètre les projections des différentes lignes du terrain aboutissant à une station il faut :

1° Que la planchette soit au point,

c'est-à-dire que le point du dessin représentant la station sur la planchette soit sur la verticale du point correspondant du terrain.

Le point du dessin correspondant à un point du terrain au dessus duquel on doit mettre la planchette en station est marqué par une aiguille très fine (n° 12) enfoncée dans la planchette perpendiculairement à sa surface ; la mise au point se fait en plaçant à vue le point de la planchette où se trouve l'aiguille sur la verticale du point du terrain qui est généralement marqué par un piquet ou une marque de couleur. Cette mise au point à vue est suffisante à l'échelle du $\frac{1}{10000}$.

2° Que la planchette soit horizontale

L'horizontalité s'établit au moyen du niveau sphérique de la règle à éclimètre. Après avoir desserré légèrement les boutons qui fixent les branches doubles du pied au plateau, on place à peu près sur la même ligne horizon-

sole les extrémités des 2 branches en les enfonçant si c'est possible; on pose la règle à éclimètre sur la planchette en la tenant avec la main gauche pour éviter qu'elle tombe et on amène la bulle d'air au centre du cercle de repère tracé sur le verre du niveau en agissant seulement sur la 3ème branche du pied, alternativement par mouvement d'avant en arrière ou de droite à gauche en se servant de la main droite. La planchette étant horizontale on serre les écrous à oreille du pied.

L'horizontalité de la planchette doit être assurée avec soin pour que les angles déterminés par les visées en direction soient bien les projections des angles du terrain, et pour que, d'autre part, l'aiguille du déclinatoire puisse prendre librement sa position d'équilibre.

3° Que la planchette soit réglée en hauteur.

C'est-à-dire que la hauteur du plan horizontal passant par le centre de l'éclimètre au dessus du point de station soit égale à la hauteur du voyant du jalon mire sur lequel on fait des visée en hauteur. Cette hauteur une fois choisie devra être toujours la même. on la repère au moyen d'un fil à plomb fixé au boulon central du plateau. Pour mettre une première fois le voyant du jalon mire et le centre de l'éclimètre à la même hauteur,

On opère comme il suit:

On place la planchette supportant la règle sur un terrain bien horizontal, le jalon (le voyant du bas fixé à un mètre) est maintenu verticalement: au moyen de tatonnement de faible amplitude

On amène l'axe de la lunette fixé à zéro (bulle entre ses repères) à la hauteur de la ligne de foi du voyant inférieur. On repère une fois pour toute la hauteur de la planchette au moyen d'un fil à plomb, dont l'extrémité inférieure affleure le sol.

Le réglage en hauteur de la planchette se fera ensuite aux autres station en la mettant à une hauteur telle que l'extrémitée inférieure du fil à plomb affleure la tête du piquet ou la marque indiquant la station. Ce réglage est indispensable si l'on veut pouvoir mesurer les pentes sans être obligé de déterminer à chaque station la hauteur de la planchette.

4° Que la planchette soit horientée

C'est-à-dire qu'une ligne tracée sur le dessin soit dans le plan vertical de la ligne correspondante du terrain; nous allons voir comment ce résultat s'obtient au moyen du déclinatoire.

Orientation et déclinaison de la planchette –

Ces opérations exigent que l'on sache mettre au point l'oculaire de la lunette, viser un point, tracer une direction.

Mise au point de l'oculaire

On déplace l'oculaire en tournant le boulon porte oculaire jusqu'à ce qu'on obtienne une image bien nette du tableau focal. Poul faciliter cette opération on dirige

l'objectif de la lunette vers le ciel.

Faire une visée.

On pique bien verticalement une aiguille au point de station reporté sur la planchette par ses coordonnées et on appuie contre cette aiguille le biseau de la règle, qui porte l'échelle du $\frac{1}{10000}$, en se mettant derrière la règle on l'oriente à vue en faisant pivoter la gle autour de l'aiguille et en visant par l'intervalle des deux tambours. On fait tourner la lunette autour de son axe horizontal jusqu'à ce que le point soit dans le champ de la lunette et on achève le point X en déplaçant doucement la règle jusqu'à ce que l'image du point visé soit bissectée par le trait médiant du tableau focal ; pour déplacer la règle dans le bon sens, il faut se rappeler que l'image est inversée. Il faut en outre, autant que possible se placer de façon que l'éclimètre soit à droite de la règle

Tracer une direction.

On trace la direction le long du biseau appuyé à l'aiguille avec un crayon dur taillé finement : Ne tracer que la partie utile de cette direction pour ne pas surcharger le dessin.

Pour faciliter la visée on peut faire sortir la réglette jusqu'à ce que l'opérateur puisse regarder facilement dans la lunette ; Mais ce procéder n'est pas à recommander à cause du jeu possible de la réglette dans la règle, en tout cas il ne faut jamais la faire sortir que de la quantité strictement nécessaire.

Orienter la planchette

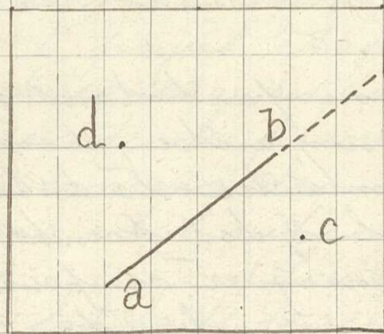
Deux cas peuvent se présenter dans les levés au $\frac{1}{10000}$ On peut :

1º Stationner en un point connu.

2º Stationner sur une direction connue

1er Cas. –

On stationne en un point connu A d'où l'on voit d'autres points connus assez éloignés B. C. D.



On pique une aiguille en chacun des points a, b, (b étant le point représentatif du point connu visible le plus éloigné); On place la règle le long de la ligne qui joint ces 2 points et on assure sa position en appuyant son biseau contre les 2 aiguilles. On desserre légèrement l'écrou du boulon central du plateau et on fait tourner la planchette jusqu'à ce que la ligne de visée passe par le point B La planchette est alors orientée et on resserre l'écrou du boulon central en prenant garde de ne pas déranger la planchette:

On s'assure qu'elle n'a pas bougé en vérifiant la visée sur le point B.

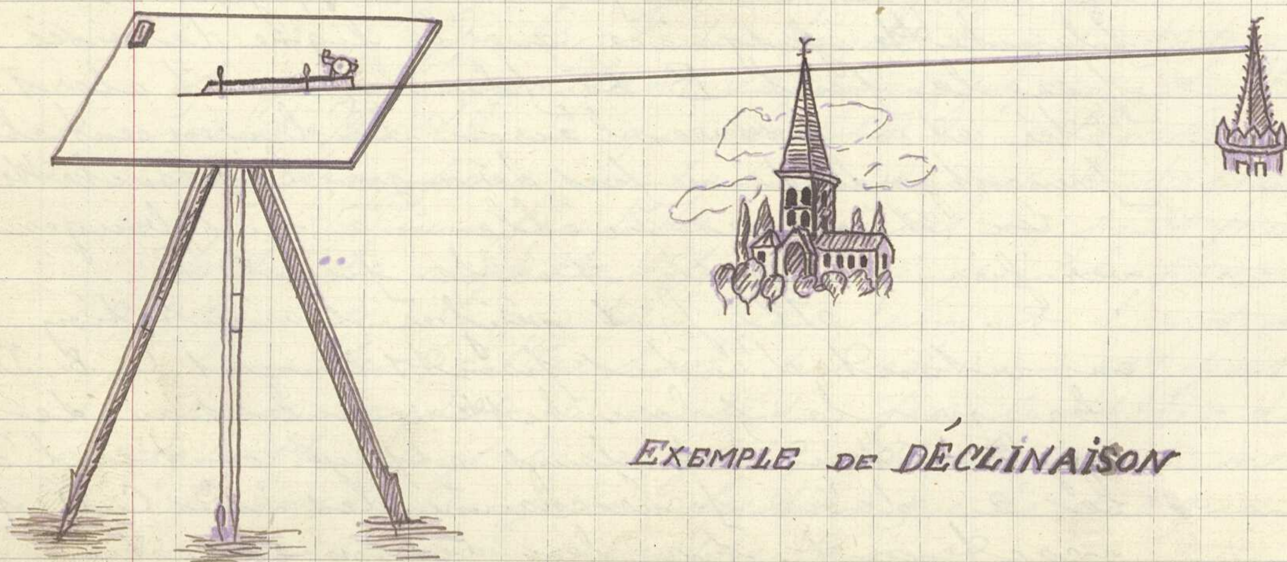
Il faut vérifier l'orientation obtenue en visant d'autres points connus C, B, D sans bouger la planchette: le biseau de la règle étant toujours appuyé contre l'aiguille a devra pour chacune des visées C, D passer exactement sur le dessin en c et d.

Pratiquement il n'en est pas toujours ainsi et il arrive assez souvent qu'on ne peut assurer exactement la concordance de toutes les visées. On désoriente alors légèrement la planchette jusqu'à ce que le désaccord pour chaque direction soit le plus petit possible

2ème Cas.

On stationne sur une direction connue. Quand on ne peut stationner en un point connu, On se met sur la ligne qui joint 2 points connus (par exemple sur l'alignement de 2 clochers) Le biseau de la règle étant appuyé contre les 2 aiguilles piquées en a et b. On fait tourner la planchette jusqu'à ce que la ligne de visée passe par les points A et B. La planchette est alors orientée.

On ne peut dans ce procédé se vérifier sur un autre point connu sauf si l'on peut connaître la distance du point de station à l'un des points A ou B. On ne peut alors marquer marquer ce point de station sur la planchette et on retombe dans le 1er cas.


EXEMPLE DE DÉCLINAISON

Décliner la planchette

La planchette étant orientée il faut la décliner, c'est-à-dire repérer son orientation au moyen du déclinatoire. Pour cela on desserre légèrement la vis qui le fixe à la planchette et on le fait tourner jusqu'à ce que l'on voit en se plaçant du coté de la pointe blanche que le prolongement de l'axe de la pointe bleue passe bien par le trait de repère. On vérifie alors que la règle, toujours appuyée sur les 2 aiguilles, n'a pas bougée et que le point est toujours bissecté par le fil médiant du tableau focal. On serre la vis du déclinatoire sans la bloquer. pour achever la mise en place du déclinatoire sans entrainer la planchette, on place les 2 pouces chacun sur un des grands côtés du déclinatoire, les autres doigts prenant appuye sur la face inférieure de la planchette et on agit par pression dans le sens convenable. une main entrainant le déclinatoire et l'autre limitant le mouvement.

Souvent, si l'aiguille est mal centrée ou si les traits de repères ne sont pas sur une ligne passant par le pivot, quand la pointe bleue est en face de son repère, la pointe blanche n'est pas en face du sien. On peut dans ce cas avoir une précision plus grande en plaçant les 2 repères au même écart du même coté des 2 pointes de l'aiguille. le déclinatoire étant fixé il faut repérer sa position. pour pouvoir reconnaître au besoin s'il s'est déplacé au cours du travail. On trace pour cela un trait autour de sa boite avec un crayon dur bien taillé, on peut aussi appliquer le biseau de la règle ~~comme~~ contre un des grands cotés et prolonger le trait de crayon déjà tracé d'un bout à l'autre de la règle.

On pourra ainsi vérifier que le déclinatoire n'a pas bougé et dans le cas

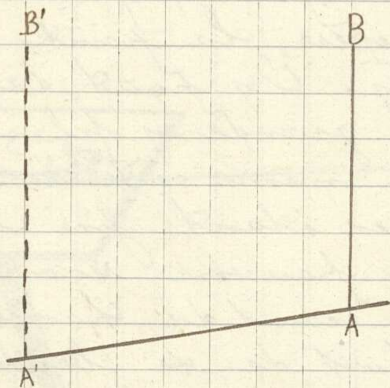
échéant le remettre en place sans être obligé de se ~~décliner~~ l'orienter à nouveau.

Vérification du déclinatoire

On dérange la planchette et on l'oriente à nouveau en ramenant la pointe bleue en face de son repère par rotation de la planchette. Si le déclinatoire est bon on doit trouver en visant les points qui ont servi à l'orientation que la planchette est alors bien orientée

Remarques importantes

Il faut quand on se décline s'assurer qu'il n'y a pas dans le voisinage des masses de fer, des circuits électriques susceptibles de ~~dévier~~ dévier l'aiguille aimantée, pour cela du point de station A on envoie le jalon-mire en un point quelconque B à environ 100 mètres de A: La planchette étant orientée on vise B et on mesure AB' on vient alors se mettre en station en B, on oriente à nouveau la planchette et on vérifie que la visée de B passe bien par le point A du terrain.

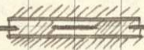


Si B n'en n'est pas ainsi c'est qu'il y a une déviation de l'aiguille soit en A ou en B, de B on vise ~~un~~ autre point C et on recommence la vérification; si l'on trouve que la planchette est bien orientée en C

c'est que la déviation se fait sentir seulement en B on sans attur e en retournant A et on recommence la vérification dans une autre direction de B vers B' par exemple.

La valeur de la déclinaison de la planchette dépend du déclinatoire et de la règle employée et même du biseau utilisé de la règle.

Par conséquent il faut toujours se servir du même biseau de la règle pour tracer les directions et décliner à nouveau la planchette si l'on change de déclinatoire ou de règle dans le cours du travail de même que si l'on fait à la règle à éclimètre une rectification quelconque portant sur l'optique de la lunette.



Emploi des instruments

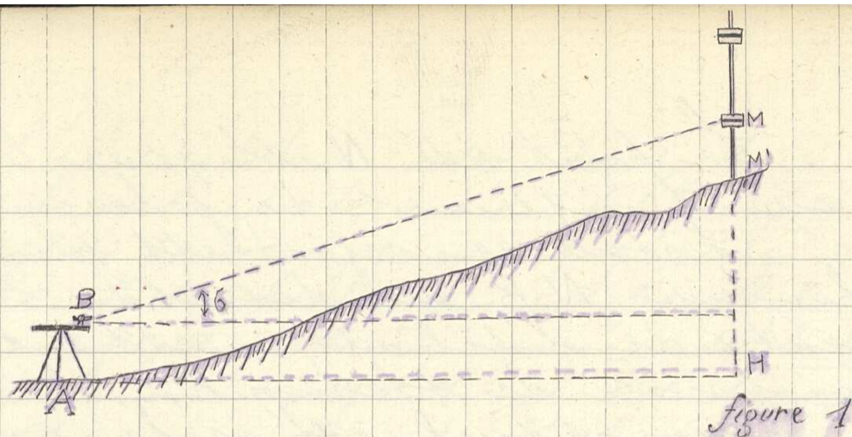
Tracet des directions.

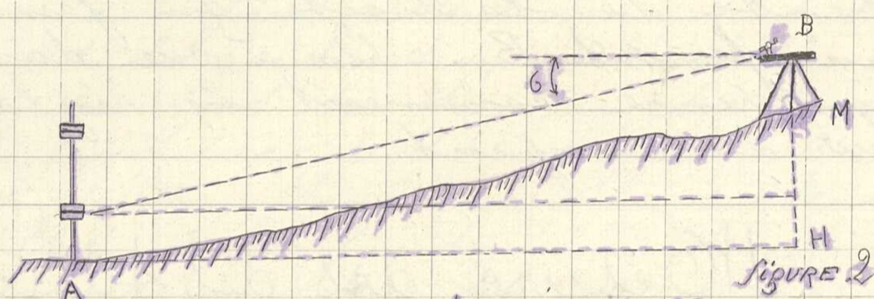
Pour viser et tracer une direction on place le biseau de la règle à éclimètre qui porte l'échelle du $\frac{1}{10000}$ contre l'aiguille qui marque le point de station; On oriente la règle à vue en visant entre les 2 tambours de l'éclimètre et on fait sortir la reglette jusqu'à ce que l'opérateur puisse regarder facilement dans la lunette. Celui-ci se place d'ailleurs, autant que possible de façon que pour lui l'éclimètre soit à la droite de la règle, afin d'avoir constamment la bulle du niveau sous les yeux. Ces dispositions prises ont procédé au pointé en faisant tourner légèrement, d'abord la règle à éclimètre autours de l'aiguille qui marque la station, puis la lunette autours de sont axe horizontal jusqu'à ce que l'on voit l'objet à viser dans le champ de la lunette.

Enfin on achève d'orienter la règle pour amener le trait du milieu de la lunette sur cet objet et l'on trace la direction le long du biseau de la règle

Mesure des inclinaisons.

Pour mesurer l'inclinaison du rayon visuel, visant un point N on amène, en désorientant un peu la règle, l'image du point N sur l'échelle en grades vue dans le champ de la lunette; puis agis-





MESURES DES INCLINAISONS

Étant sur la vis de rappel de l'éclimètre on cale exactement le niveau, alors, sans toucher à l'instrument ni s'appuyer d'aucune manière sur la planchette on lit :

1° Sur le limbe denté de l'éclimètre au cran dans lequel entre la dent marquée d'un index, un certain multiple de 5 grades

2° Sur l'échelle de la lunette l'appoint en grades et en centigrades en transformant par la pensée la chiffraison de cette échelle de manière à continuer sur elle la lecture qui vient d'être faite sur le cran du limbe.

La lecture totale ainsi faite donne, selon que la pente est ascendante ou descendante l'inclinaison du rayon visuel sur l'horizon ou le complément à 100^g de cette inclinaison.

En désignant les lectures dans les 2 cas par e et e' nous aurons donc :

$$e = +i \text{ et } e' = 100^g - i$$

Le point visé N est généralement le voyant inférieurs du jalon-mire à hausse.
Lorsque ce voyant est placé à la même hauteur NB au dessus du sol que le centre de l'éclimètre est audessus de son point de station A, l'inclinaison du rayon visuel est égale à l'angle de pente de la droite qui joint le point A au point B. On a vu dans la 4ème conférence comment on réglait la hauteur du voyant

Mesure des distances.

Les échelles stadimétriques en parties inégales servent à mesurer les distances sans les parcourir. à cet effet, un aide se porte avec le jalon-mire au point dont la distance est cherchée et pose le talon du dit jalon sur ce point. (La pointe du jalon-mire doit toujours être tenue en l'air).

Il écarte les jambes pour maintenir le jalon-mire bien fixe, soit, ce qui est le cas le plus général dans le plan vertical qui passe par le rayon visuel de l'observateur soit horizontalement avec la précaution de donner au jalon-mire dans l'un ou l'autre cas une direction perpendiculaire à ce rayon visuel
1 (L'aide obtient ce résultat dans le 1er cas en regardant l'observateur à travers le viseur qu'il a eu soin de placer le long du jalon à la hauteur de son œil; dans le <u>second cas</u> il obtient en se plaçant lui <u>même</u> bien face à la station où se trouve l'observateur.)

L'observateur use alors, tant du mouvement de la vis calente que du déplacement latéral de la règle pour faire correspondre le trait ∞ de celle des échelles qui est parallèle au jalon; avec le voyant extrême convenable, puis en regard du second voyant il lit sur l'échelle la distance réelle de l'éclimètre au jalon visé. on doit faire attention au sens dans lequel croit la graduation de l'échelle employée afin de ne pas se tromper sur le sens dans lequel il faut lire l'appoint par rapport aux divisions chiffrées. Ainsi dans le cas de la figure I placé à la fin de l'instruction on serait exposé à lire 76 m. au lieu de 64 m.

Pour les distances inférieures à vingt-cinq mètres voir la note numéro 17.

Réduction à l'horizon.

Les longueurs ainsi obtenue sont les longueurs suivant la pente du terrain: avant de les construire sur la planchette on doit les réduire à l'horizon, et pour cela, on les multiplie au moyen de la règle à calcul par le cosinus de l'inclinaison. (Voir l'instruction collée sur la règle). La réduction est négligeable pour les longueurs isolées inférieures à 125 mètres mesuré suivant des pentes dont l'angle est plus petit que 10 Grades.

Mesure des distances aux pas

Soit dans la détermination des détails soit pour les distances inférieures à 25 m. les distances inférieures à 25 m peuvent aussi se mesurer mais moins simplement,

Soit en déterminant sur le jalon-mire par déplacement des voyants la longueur qui couvre l'intervalle des traits au tableau focal portant la désignation $\frac{1}{50^m}$ ou $\frac{1}{}$ et multipliant cette longueur respectivement par 50 ou par 100, soit en plaçant le voyant intermédiaire à la hauteur de $1^m,10$ qui divise en 2 parties égales l'intervalle des 2 grands voyants, puis en faisant sur l'une des échelles stadimétriques une lecture de distances à l'aide du voyant intermédiaire et l'un des 2 voyants extrêmes ; la longueur cherchée est égale à la moitié de la distance lue.

On peut se contenter de mesures aux pas de route, que l'on compte de 2 en 2 : le pas métrique serait trop fatiguant pour des opérateurs de taille ordinaire. Pour employer ce moyen de mesure il faut étalonner son pas et construire une échelle qui donne la longueur correspondante à un nombre déterminé de pas. Les longueurs de pas faites en pente sont toujours plus courtes que celle en terrain horizontal, et différente suivant qu'on monte ou qu'on descend. Pour en tenir compte chacun devrai les étudier expérimentalement. En général, on n'y a égard dans la pratique qu'en forçant la longueur du pas au sentiment dans les montées et dans les descentes.

Sur une route abornée on trouvera facilement et par la moyenne entre plusieurs expériences, combien on fait de double pas au kilomètre. à défaut de cette ressource on pour-

ra se servir des cheminements donnés sur chaque planchette. soit 629 le nombre de double pas trouvés pour un kilomètre on en conclura que la longueur du double pas = $\frac{1000}{629} = 1^m,59$

Échelle au pas.—

A l'échelle du $\frac{1}{10000}$ on prend donc une longueur de $79^m,5$ qui représente 500 doubles pas. On la divise en 5 parties égales dont chacune vaut 112 pas, la première de ces parties subdivisé en 10 donne les dizaines et permet d'apprécier des unités de double pas ; pour éviter l'emploie du compas sur le terrain, il faut tracer cette échelle sur une bande de papier que l'on colle sur le biseau de la régle à éclimètre correspondant à l'échelle du $\frac{1}{5000}$ (dont on ne se sert dans le levé ici décrit).

Pour calculer les dénivellés il faut transformer les distances précédantes en mètre pour cela, aprés avoir porté ces distances sur le dessin, on y compare la division en millimètres du biseau de la régle à éclimètre et on lit la distance.

Collage du papier sur la planchette

Cette opération doit être faite avec beaucoup de soins et de propreté; il faut au préalable au moyen d'une éponge humide enlever des bords de la planchette le papier qui pouvait être collé, ne pas entamer le bois en se servant d'un couteau, procéder ensuite de la manière suivante.

1° Rendre la planchette bien lisse en la frottant légèrement avec du papier émerie pour enlever les bavures.

2° Couper une feuille de papier de la grandeur de la planchette.

3° ~~Coller~~ Mouiller cette feuille de papier à l'envers avec une éponge imbibée d'eau très propre.

d'abord diagonalement puis sur toute la surface le plus vite et le plus uniformément possible

4° Enduire de colle épaisse les bords de la planchette sur un demi centimètre environ Éviter de mettre la colle sur une plus grande largeur de façon à pouvoir plus tard décoller la feuille facilement.

5° Dès que le papier est suffisamment imbibé d'eau le poser sur la planchette la face humide du coté du bois et avec un chiffon très propre appuyer fortement sur les bords pour que le papier adère parfaitement au bois.

6° Laisser sécher à l'air la planchette appuyée contre un mur.

7° Enlever au canif ou à l'émerie le papier dépassant les bords de la planchette.

Procédés de quadrillage de la planchette

Constructions graphiques.

La valeur d'une détermination topographique dépend, dans une large mesure, du soin apporté aux constructions graphique.

Toutes les constructions au crayon doivent être faites avec un crayon dur finement taillé tenu presque normalement au papier

Vérifier le quadrillage d'une planchette.

Le papier qui recouvre la planchette est divisé en carrés de 10 cm de coté; il est indispensable que pour la précision des graphique que ce quadrillage soit bien tracé.

1° faire passer par 2 sommets A B de carreau en diagonale et éloignés le bord bien dressé d'une règle; les sommets intermédiaires C.D. doivent se trouver sur le bord de la règle. Recommencer l'opération pour d'autres point a b.

2° Mesurer avec le double-décimètre la longueur des cotés des carreaux en différent endroit de la planchette. L'erreur ne doit pas dépasser $\frac{2}{10}$ de millimètre par carreau de 10 cm.

Quadriller une planchette.—

Tracer le grand axe AB de la feuille à peu près dans son milieu puis une perpendiculaire c.d, ~~à peu~~ au moyen du compas en déterminant au moins 4 points de cette perpendiculaire au moyen d'arcs de cercle de centre.

a, b.

Mener des parrallèles à l'axe a, b voisine des bords de la feuille; à cet effet, decrire des arcs de cercle de même rayon dont les centres soient sur a.b. et tracer leurs tangentes communes.

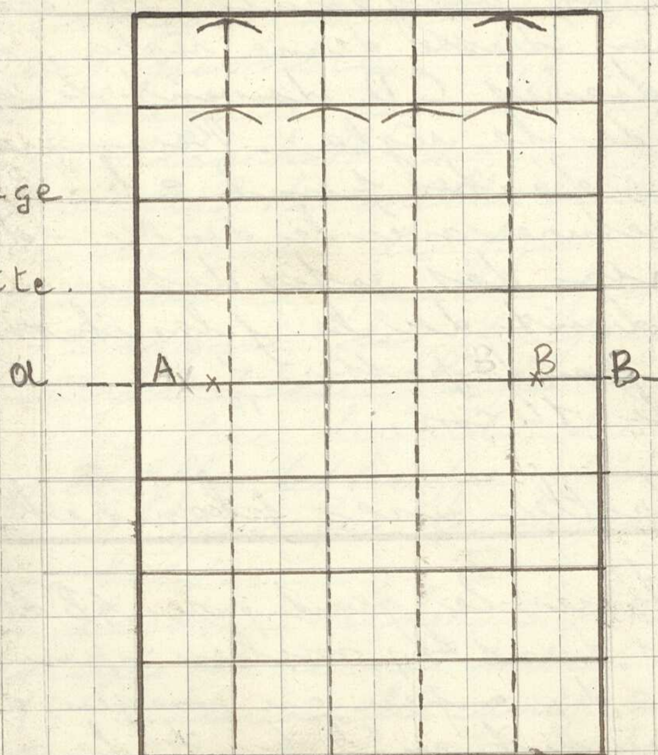
Opperer de même pour c d,

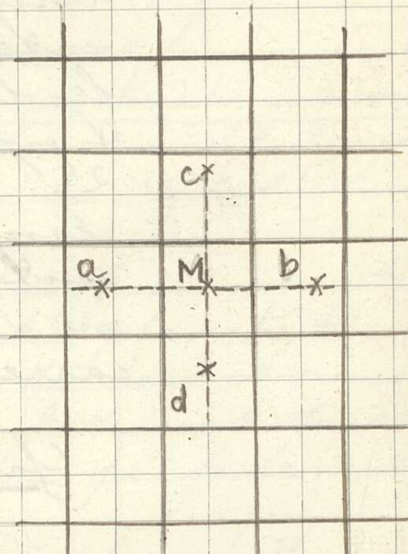
porter ensuite au moyen d'une règle bien divisée à partir de l'axe c, d, sur ab et ses 2 parallèles des points équidistants de 10 cm. les joindres 3 à 3 pour obtenir le reseau des lignes parallèles à c d operer ensuite de la même façon pour obtenir le réseau des lignes parrallèles à a b.

Les constructions se font au crayon dur, le quadrillage au tire-ligne et au bleu d'outremer en traits fins.

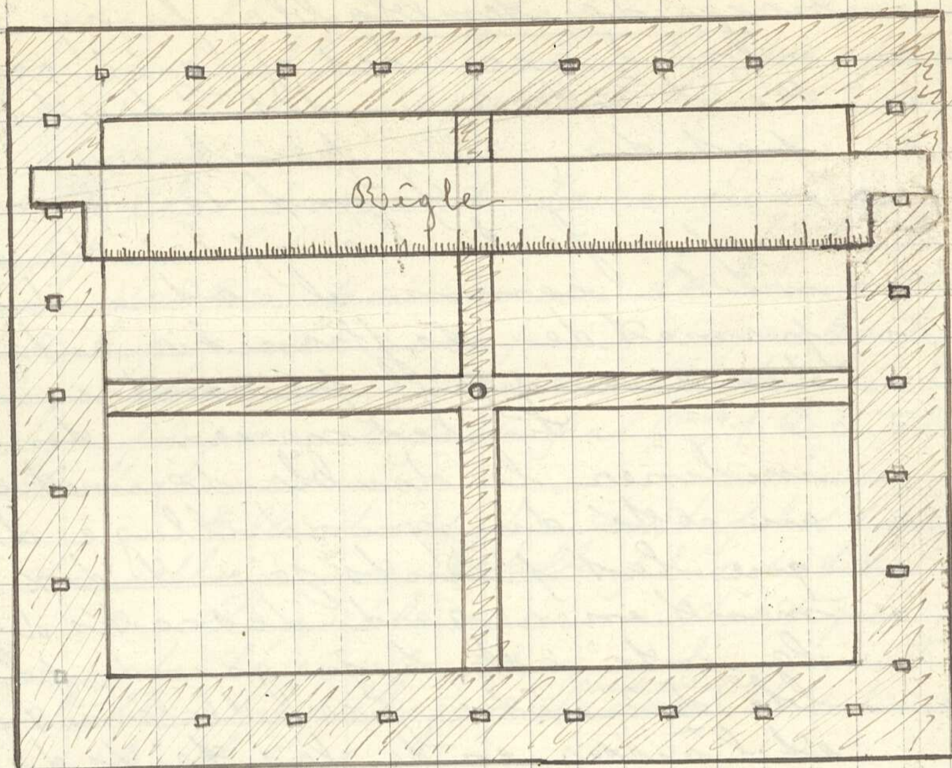
On peut également et d'une façon beaucoup plus rapide quadriller une planchette au moyen du cadre à carroyer

quadrillage d'une planchette.





cadre à carroyer



Reporter un point sur la planchette. – Erreur graphique.

Il faut reporter avec la plus grande précision les points par leurs coordonnées dans le quadrillage.

Soit à reporter M de coordonnées
x 58.242 y 25.231

placer le double décimètre parallèlement à l'axe des y. à 2 ou 3 cm au dessus de la position approximative du point M.

Son zéro en regard du trait 25
son trait 10 — en regard du coté 26
piquer ensuite le point de la planchette situé en face de la lecture 231 c'est à dire 23mm1 par une opération analogue obtenir au dessous de grand M un point d. Le point M se trouve sur la droite cd (voir figure)

tracer de semblable façon la parallèle a b. l'axe des y qui contient le point M. L'intersection des 2 droites donne la position du point.

Quand le quadrillage est imparfait l'emploi du double décimètre comme il est indiqué ci-dessous permet de s'affranchir autant que possible des erreurs qui peuvent en résulter.

Si les carreaux sont très petits incliner le double décimètre par rapport au coté du quadrillage de manière que les points zéro et dix soient exactement en regard des cotés du carreaux. Si le coté est trop grand placer le double décimètre parallèlement au quadrillage et laisser entre les traits du carreau et les traits 0 et dix du double-décimètre 2 petits intervalles égaux.

Fig. 1

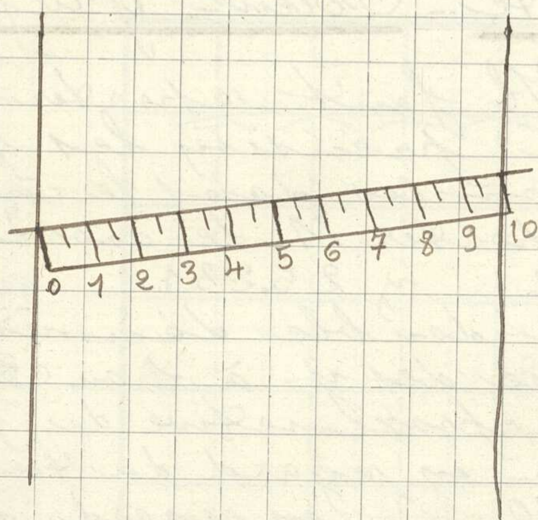
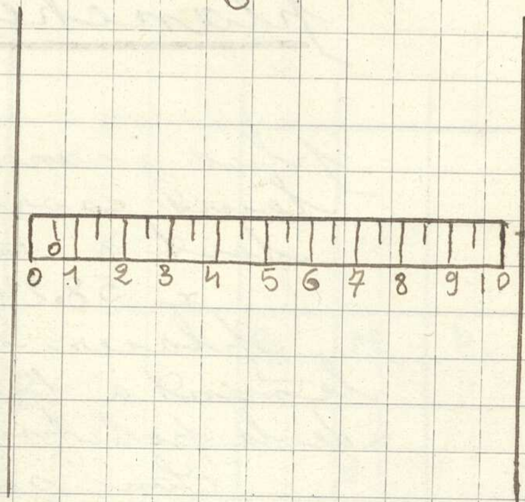


Fig. II



La précision à rechercher dans le rapport d'un point est le $\frac{1}{10}$ de mm. soit un mètre à l'échelle du $\frac{1}{10000}$

On appelle erreur graphique l'erreur que l'on commet inévitablement, dans toute opération graphique, soit en reportant 1 point, soit en faisant passer une droite par un point, etc....

Elle provient de ce qu'on ne peut pas apprécier d'une manière parfaite la coïncidance de 2 points. ou de deux traits, ou évaluer avec une précision absolue une fraction déterminée d'un intervalle donné. Cette erreur graphique ne dépasse pas 0mm,1 à 0mm,2 pour un bon dessinateur

Elle prend d'autant plus d'importance qu'on travaille à une Echelle plus petite.

Pour éliminer autant que possible l'influence de l'erreur graphique il convient d'opérer à l'échelle la plus grande compatible avec les dimensions du travail entrepris.

Cheminement à la planchette – Planimétrie Nivellement

A À visées directes et inverse.

B À une station sur deux

Tenue du carnet.

Généralités:

Pour déterminer les points qui définissent les lignes du terrain ou permettent la mise en place des détails à l'aide des instrument décrits précédemment, le topographe a le moyen d'employer différents procédés.

Les procédés employés sont:

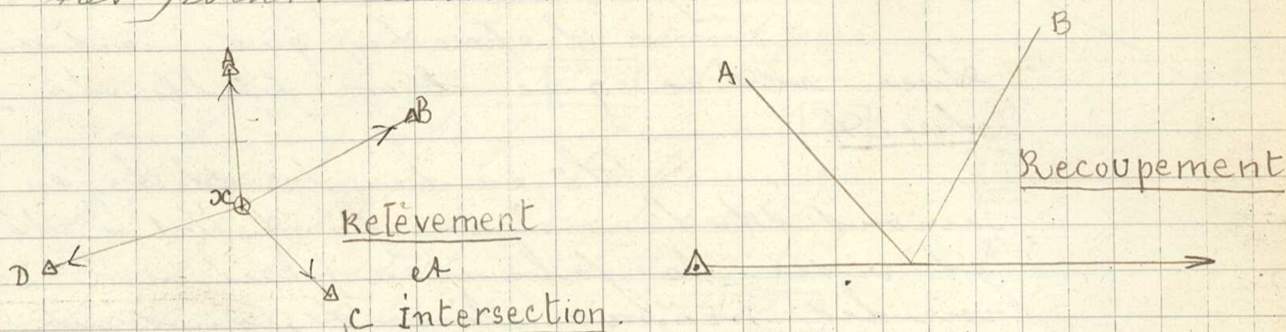
Le rayonnement.
Le cheminement
Le relèvement
Le recoupement.
L'intersection

Nous nous bornerons pour l'instant à définir succintement les 3 procédés de relèvement, d'intersection et de recoupement.

qui font l'objet d'une précédente leçon, pour nous étendre davantage sur les procédés de rayonnement et de cheminement:

Le relèvement consiste à déterminer la position d'un point x en stationnant en ce point et en visant d'autres points connus A.B.C.D.

L'intersection consiste à déterminer la position d'un point x au moyen de visées faites sur ce point en stationnant en d'autres points connus A.B.C.D.

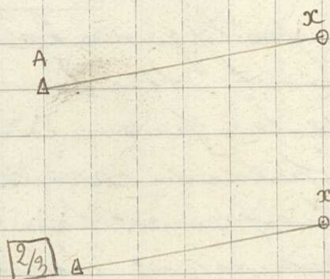


Le recoupement, qui tient à la fois du relèvement et de l'intersection, consiste à déterminer la position d'un point x situé sur une direction déjà connue, issue de D par exemple, en stationnant en ce point x et en visant d'autres points connues. A et B.

Ces 3 procédés, ne fournissent pas de résultats suffisamment précis, au point de vue nivellement, ils ne sont guère employés dans l'exécution des levés au $\frac{1}{10000}$ que pour vérifier des points en planimétrie au cours du travail.

Rayonnement

Le rayonnement consiste à déterminer des points tels que x en traçant les directions et mesurant les angles de pentes et les longueurs des lignes qui les joignent. À un point de station connu A.



Pour déterminer par rayonnement la position du point 3-4 par rapport à celle du point connu 2-3 avec la règle à éclimètre on se met en station

au point 2-3 on vise avec le jalon-mire placé sur le point 7-1 — et on trace la direction 2-3 — 7-1. On lit la distance de 2-3 — 7-1

On porte à l'échelle du dessin à partir de 2-3 sur la ligne 2-3 — 7-1 la distance au besoin reduite à l'horizon et on obtient ainsi la position du point 7-1.

L'opération que nous venons d'effectuer est ce que l'on appelle du rayonnement direct.

Si au lieu de stationer en 2-3 nous avions stationné au point 7-1 à déterminer et viser le jalon-mire placé en 2-3 pour avoir les mêmes éléments, nous aurions fait du rayonnement inverse.

Cheminement.

Le cheminement consiste à déterminer, de proche en proche, tous les sommets d'une ligne polygonale par mesures successives de la direction de la longueur et de la pente de chaque côté, en partant d'un point connu pour aboutir à un autre point connu servant de controle. le cheminement est en somme une série de rayonnement.

Le cheminement peut se faire de 2 manières:

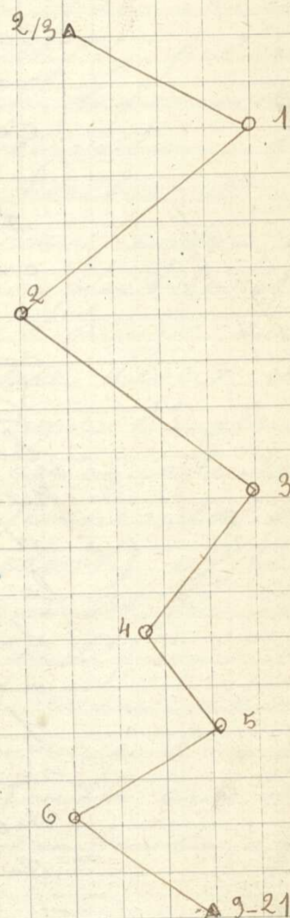
a) par visées inverses et directes en stationnant à tous les sommets de la ligne polygonale

b) En stationnant seulement tous les 2 sommets le premier procédé est le plus précis car il comporte une verification constante des 3 élément à mesurer : directions distances et pentes aussi doit-on l'employer pour tous les chemi

rement principaux.

Le 2ème procédé suffira cependant pour l'exécution des cheminements ou traverses secondaires et pour le levé de détail.

A. Cheminement à visées directes et inverses



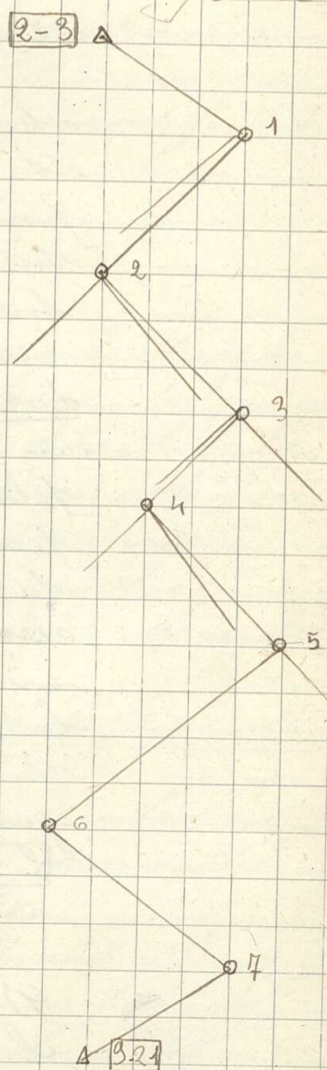
Soit à effectuer par visées directes et inverses le cheminement partant du point connu 2-3 et aboutissant à un autre point connu 9-21

On reconnait à l'avance et on repère les points de station

On stationne la planchette orientée au point 2-3 et vise le jalon-mire placé au point (1) pour tracer sur la planchette la direction, mesurer sa pente et sa distance inscrites sur un carnet par visées directes; en stationnant ensuite au point (1) on vise le jalon-mire placé maintenant au point 2-3 pour en déduire à nouveau la direction la pente et la distance par visées inverses. Pour avoir la position du point 1 on fait la moyenne des 2 distances lues - Visée directe et visée inverse et on porte cette longueur à l'échelle du dessin à partir du point 2-3 dans la direction du point (1) qui se trouve ainsi déterminé.

Etant toujours en station au point (1) on envoie le jalon-mire au point (2) que l'on vise pour déterminer sa direction sa pente et sa distance par visée directe; On va stationner au point (2) pour faire la visée inverse sur le point (1) et une visée directe sur le point 3 après avoir piqué

le point (2) Et ainsi de suite jusqu'au point 9-21 Si les operation ont étées bien faites pour chaque côté des directions tracée sur la planchette doivent être concordante, les pentes directes et inverses doivent être complémentaire à 4' ou 5' près et les distances égales de la comparaison de ces opérations directes et inverses. voici ce que l'on conclura :



déviation locale. Si les directions directes et inverses 1 sur 2 tracé sur la planchette font un angle notable, tandis qu'elle les avait concordantes pour le coté précédent 2-3 vers 1 on conclut que, probablement en 2 l'aiguille aimantée a été déviée de sa position naturelle d'équilibre à moins qu'on ait fait la faute de ne pas décliner la planchette on retournera donc au point 1 et on s'assurera que 1 vers 2 était bien tracé on sera alors certain qu'il y a déviation locale en 2 dans ce cas au point 2 on s'orientera nous plus avec le déclinatoire mais en plaçant le biseau de la règle sur la droite 1 sur 2. qui a été tracée en stationnant au point 1 et que l'on aura eu soin de prolonger sur une très grande longueur Lorsqu'on est retourné en 1. On continuera à s'orienter ainsi sans déclinatoire jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de déviation.

Correction de l'éclimètre

On fera la somme des 2 lectures des pentes directes et inverses. S'il n'y avait pas d'incertitude dans les opérations et si l'éclimètre était

exactement rectifier cette somme devrai-t-être de 100 grades juste. mais, s'il la lunette à un défaut de rectification de plus de 6' ⁂[1] par exemple; on devra trouver sur chaque coté des sommes qui s'écarterons peu de 100g. 12'.

Si ces sommes après avoir àt peu près été constantes, sur plusieurs cotés consécutifs, présentent sur un autre coté une discordance supérieure à 5' cela prouverait sur l'une des 2 observations de ce côté une faute qu'il faudrai rechercher ⁂[2]

Cette faute corrigée pour compenser sur les divers côtés les erreurs dues au défaut de réglage de l'éclimètre, on diminuera de la moitié de l'erreur constatée sur la somme des lectures, c'est à dire de 6' dans l'exemple précédent, la valeur lue pour l'angle de pente, et c'est avec la lecture corrigée que l'on calculera la dénivelé on devra faire la moyenne des discordances (plus 12' dans l'exemple précédent) offert par les divers cotés d'un cheminement principal ⁂[3]. La moitié de cette moyenne indiquera l'erreur de colimation de l'éclimètre Cette erreur de colimation, prise avec un signe contraire donne la correction constante qui doit être ajoutée avec son signe à toutes les pentes non compensées qu'on lit sur l'instrument.

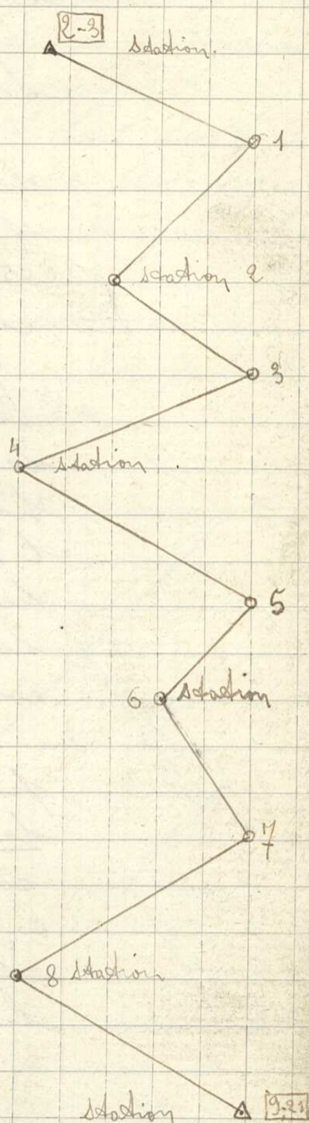
⁂[1] Ce défaut de rectification ne doit qu'exceptionnellement dépasser 10m.

⁂[2] Cette faute peut provenir d'un mauvais calage de la bulle de niveau d'une pression exercée sur la planchette pendant qu'on regarde dans la lunette d'un contact mal établit entre les dents et les crans de l'éclimètre d'une faute de lecture sur l'échelle des grades d'une hauteur inexacte pour la position du voyant intermédiaire d'une tenue non verticale du jalon-mire.

B Cheminement à 1 station sur 2

Soit à exécuter ~~une~~ en sautant une station sur deux le cheminement précédant [2-3] — [9-21]

On stationnera au point [2-3] pour déterminer par rayonnement direct le point ou l'on a envoyé le jalonnire, en traçant la visée sur ce jalon en lisant la pente et en mesurant la distances [2-3]-1 que l'on reportera à l'échelle du dessin a partir de 2-3 dans la direction du point 1. Le point 1 sera déterminé. On ira stationner au point 2 et déterminer la position de ce dernier point par rayonnement inverse sur le point 1 puis du point 2 déterminer le point 3 par rayonnement direct et ainsi de suite jusqu'au point [9-21]; ce procédé est beaucoup plus rapide que le premier mais ne présente aucune vérification au cours de son exécution; aussi il faut



---

x³ Pour déterminer cette moyenne il faut déterminer séparement les inscriptions précédées du signe + et celles precedées du signe - puis retrancher ces 2 sommes l'une de l'autre; Le reste divisé par le nombre des cotés du cheminement principal donne la valeur moyenne du double de l'erreur de colimation.

l'exclure dans les villages près des portes des grilles des conducteur electrique, etc...

Partout enfin où l'aiguille aimantée est exposée à des déviations locales, car ces déviations ne sauraient être mise en évidence.

Le cheminement à une station sur 2 présente certain avantages au point de vue nivellement. Une erreur faite sur un mauvais point de station et provenant d'un mauvais réglage en hauteur de la planchette ne se répercute pas sur le point suivant.

Recommandations et précautions.

Lors de la reconnaissance d'un cheminement il faut chercher à placer les sommets de manière à éviter les déviations locales dues au voisinage des masses metalliques ou d'énergie électrique ; se méfier des canalisations souterraines et veiller à ce que d'un point on voient le suivant.

On prendra comme longueur maximum des cotés 100m à 120m. Le nombre des sommets sera limité de 20 à 25. Et la longueur maximum des cheminement 1500m à 2000m.

Quand on opère par visées directes et inverses, à 1000 et 1200m quand on opère sur une station sur deux. On peut dépasser ces longueurs à condition de chainer les côtés.

Les cheminement doivent être courts, tendus, exécutés sur des chemins ayant les pentes les plus douces possibles ce qui permettra de leur donner, sans inconvénient un plus grand développement.

Il faut marquer les sommets par des petits piquets et les repérer à l'aide de marques et de numéros et au moyen de croquis quand il y a des déviations locales et qu'on oriente la planchette sur la direction tracée sur la station précédente sans s'occuper du déclinatoire il faut, lorsqu'on fait la mise en station.

que la planchette soit le mieux au point possible.

Fautes les plus fréquentes

On oublie de décliner la planchette
On fait une faute de lecture de pente ou de distance sur l'éclimètre.
Ou bien une faute dans le report de la distance sur le dessin.
Longueur défectueuse ou reportée sur une mauvaise direction ou à partir d'un autre point que le point de station.
Il faut faire les différentes opérations méthodiquement et toujours dans le même ordre.

Tenue du carnet

Les lectures de pentes et de longueur sont inscrites sur un carnet spécialement préparé et suivant le modèle joint.
Tandis que pour le cheminement à visées directes et inverses les observations sont inscrites sur le carnet en affectant de chaque coté 2 lignes consécutives les inscriptions des éléments concernant un coté du cheminement à une station sur 2 ne nécessite qu'une seule ligne. Il est de toute nécessitée que le carnet soit bien tenu pour éviter les fautes; il faut embrocher les chiffres de même ordre sur les lignes verticales tracées à cet effet; soigner la forme des chiffres. Éviter les transcriptions et exclure toute surcharge.

que la ...

distance ...

mauvaise ...
que le ...

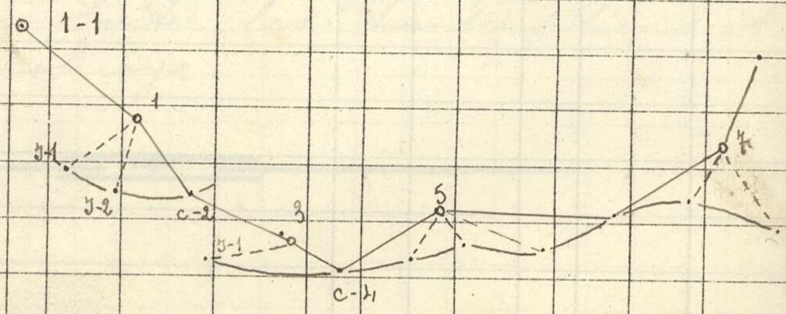
radions ...
même ...

gueur ...
ré et ...

à visées ...
sont in...
que coté ...
des élém...
à une ...
le lign...
carnet ...
emlerocher ...
lignes ve...
forme des ...
exclure ...

Visée directe (d) { ascendante : + dn + h + na
descendante : − dn + h + na

Désignation de la Station	Désignation du point visé	Nature des visées (d ou i)	Distances stadimétriques	Distances horizontales	Angle de pente lu sur l'éclimètre	Double de l'erreur de collimation	Angle de pente corrigé	+ Dénivelées (+ − dn)	− Hauteur de la planchette (± h)	+ Correction du niveau apparent (+ = na)	− Différences de niveau (± dn ± h ± na)
							Cheminement de				
1	1-1	i	73m		97,69	0	2g,31			2,65	
1	J-1	d	48m						1,40		
1	J-2	d	49m						1,40		
1	C-2	d	85m		140,0				1,40		
3	C-2	i	120m		1,42	0	1,42				2,68
3	J-1	d	110m						2,32		
3	C-4	d	85m						2,32		
5	C-4	i	95m		0g,35	0	0,35			~~0,52~~	0,52
5	J-1	d	57m					0,52			
5	J-2	d	62m					0,52			
5	J-3	d	86m					0,52			
5	C-6	d	73m					0,52			
7	C-6	i	50m		98g,60	0	1g,40			1,10	
7	J-1	d	47m						1,10		
7	J-2	d	68m						1,10		
7	18-45	d	115m		2g,20	0	2g,20			3,97	
										7,72	3,20
										3,20	7,72
										10,92	4,52



Visée inverse (i) { ascendante : − dn − h − na
descendante : + dn − h − na

Altitudes des points connus	Altitudes calculées	Corrections en centimètres	Altitudes compensées	Points à déterminer	Repèrements et Remarques
courbe	de		1-1	à	18-45 (n° 3)
328,75	331,40	+5	331,45	1	
331,40	330,00		330,00	J-1	
331,40	330,00		330,00	J-2	
331,40	330,00		330,00	C-2	
330,00	327,32	+10	327,42	3	
327,32	325,00		325,00	J-1	
327,32	325,00		325,00	C-4	
325,00	324,48	+11	324,59	5	
324,48	325,00		325,00	J-1	
324,48	325,00		325,00	J-2	
324,48	325,00		325,00	J-3	
324,48	325,00		325,00	C-6	
325,00	326,10	+13	326,23	7	
326,10	325,00		325,00	J-1	
326,10	325,00		325,00	J-2	
326,10	330,07	+20	330,27	18-45	

330,27
330,07
0,20 EF = $0^{dm.} + 20^{cm.}$

63

ment
e { Nivellement
Planimétrie

nivellement.
ltitude de proche en pro
t. Valeur qu'il ne
plus fréquentes.
fermeture.

planimétrie.

épasser.

t l'exécution d'un
tances)
ngueurs sont correctes.

lement

minemment à la plan
carnet d'observation
tance (colonne 2) Lectures
nature des visées cor
d s'il s'agit d'une visée
it d'une visée inverse
au $\frac{1}{10000}$ ces observa
rnet spécial appelé
galement pour l'inst
pour le calcul des

pérations d'un chemi

que la

distance

mauvaise

que le

rations

même

gueur

ré et

à visées

tont in

que coté

des élém

à une

le lign

carnet

embrocher

lignes ve

forme des

exclure

Visée directe (*d*) { ascendante : + dn + h + na
descendante : − dn + h + na

Désignation de la Station	Désignation du point visé	Nature des visées (*d* ou *i*)	Distances stadimétriques	Distances horizontales	Angle de pente lu sur l'éclimètre	Double de l'erreur de collimation	Angle de pente corrigé	Dénivelées (± − dn)	Hauteur de la planchette (± h)	Correction du niveau apparent (± na)	Différences de niveau (± dn ± h ± na)
							Le 10 Février 1925				
							Cheminement n° 1				
12-3	1	d	100m		2g,44	-4	2g,46			3,86	
1	12-3	i	100m		97g,52						
1	2	d	57m		98g,63	-2	1g,36				1,22
2	1	i	57m		1g,35						
2	3	d	85m		4g,75	-3	4,77			6m,36	
3	2	i	85m		95g,22						
3	4-5	d	25m		4g,60	-3	4g,61			1m,81	
4-5	3	i	25m		95g,37						
										12,03	1,22
										1,22	12,03
										10,81	13,25
							Cheminement n° 2				
1	1-2	i	92m		4g,68	-0	4g,68				6,73
1	2	d	83m		95g,85	-0	4g,15				5,41
2	2	i	56m		3g,42	-0	3g,42				3,02
3	15-4	d	121m		1g,20	-0	1g,20			2m,28	
										2m,28	15,16
										15,16	2,28
										17,44	12,88
							Rayonnement di				
4-5	J-1	d	48m						0m,80		
4-5	J-2	d	70m						0m,80		
4-5	J-3	d	118m		0g,47	+0	0g,47	0,87			
							Rayonnement in				
1	15-4	i	99m		96,79	-0	3,21			5m	
1	J-1	d	105					0,44	0,44		
1	J-2	d	86					0,44			
1	J-3	d	94					0,44			

Visée inverse (i) { ascendante : − dn − h − na
{ descendante : + dn − h − na

Altitudes des points connus	Altitudes calculées	Corrections en centimètres	Altitudes compensées	Points à déterminer	Repèrements et Remarques
de	12-3	à	4-5		
324,85	328,71	+4	328,75	1	axe des 2 chemins
328,71	327,49	+5	327,54	2	nº Ar piquet
327,49	337,85	+12	333,94	3	
333,85	335,66	+14	335,80	4-5	324,85 + 10,81 = 335,66 ; 335,80 − 335,66 = +0,14 ; EF = 1 dmm. +14 cm.
de	1-2	à	15-4		
327,54	320,81	-4	320,77	1	
320,81	315,40	-7	315,35	2	
315,40	312,38	-9	312,29	3	
312,38	314,66	-10	314,56	15-4	327,54 − 12,88 = 314,66 ; 314,66 − 314,56 = 0,10 ; EF = 2 dmm +10
irect de	4-5				
335,80	335,00		335,00	I-1	
335,80	335,00		335,	I-2	
335,80	336,67		336,67	I-3	
verse de	15-4				
314,56	319,56		319,56	1	
319,56	320.00		320,00	I-1	
319,56	320,00		320,00	I-2	
319,56	320,00		320,00	I-3	

ment

e { Nivellement
{ Planimétrie

nivellement.
ltitude de proche en pro-
t. Valeur qu'il ne
plus fréquentes. –
fermeture. –

planimétrie. –

épasser. –

t l'exécution d'un
tances)
ngueurs sont correctes. –

llement

minemment à la plan
carnet d'observation
tance (colonne 2) Lecture
nature des visées cor
d s'il s'agit d'une vise
git d'une visée inverse
au $\frac{1}{10000}$ ces observa-
rnet spécial appelé
galement pour l'ins
t pour le calcul des

pérations d'un chemi

Calcul du nivellement

Ecart de fermeture { Nivelleme[nt] / Planimétr[ie]

Tenue du carnet

Sommaire. – Calcul du nivelleme[nt]
Pentes corrigées, – dénivele. – Altitude de proche en proche. – Ecart de fermeture en nivellement. – Valeur qu'il ne doit pas dépasser. – Fautes les plus fréquentes
Répartition de l'écart de fermeture. –
Tenue du carnet. –

Ecart de fermeture en planimétrie.

Valeur qu'il ne doit pas dépasser. –
Sa répartition. –
Fautes les plus fréquentes dans l'exécution d[u] cheminement. – (Report des distances)
Nécessité de vérifier que les longueurs sont correc[tes]
Correction des fautes. –

Calcul du nivellement

Dans tout cheminement à la chette, il faut noter sur un carnet d'observatio[n] toutes les mesures effectuées : Distance (colonne 2) Le[ctures] faites sur l'éclimètre (colonne 4) nature des visée[s cor]respondante (colonne 5) : L'initiale d s'il s'agit d'une [visée] directe et l'initiale i s'il s'agit d'une visée in[verse].
Dans le levé au $\frac{1}{10000}$ ces ob[serva]tions sont inscrites sur un carnet spécial ap[pelé] "carnet de détail" qui sert également pour [l'ins]cription des angles de pente et pour le calcul [des] dénivellés et des altitudes.
Dès que les opérations d'un c[heminement]

nement sont terminés on procède au calcul du nivellement. On obtient les altitudes de chaque sommets en les déduisant de proche en proche à partir d'un point de départ d'altitude connu. Voyons la façon d'opérer :

Si le cheminement a été fait en opérant par visées directes et inverses, la différence à 100g (ou parfois à 0 ou 200g) ⁂ de la somme des 2 lectures lues sur l'éclimètre permet d'inscrire, avec son signe et dans la colonne correspondante (colonne 6) le double de l'erreur de colimation. S'il s'agit d'un cheminement exécuté en sautant une station sur deux c'est la valeur du double de l'erreur de colimation moyenne déduite de cheminement à visées directes et inverses, précédemment exécuté que l'on inscrit dans cette colonne. On inscrit dans la colonne ("pente" (colonne 7) la pente compensée avec son signe qui sera positif dans le cas d'une visée directe ascendante ou d'une visée inverse descendante, et négative dans le cas d'une visée directe descendante ou d'une visée inverse ascendante.

Dans les cheminement les dénivelés calculées seront additives ou soustractives, suivant que la pente sera elle même positive ou négative on les inscrit dans les 2 colonnes correspondante (col 8 et 8 bis)

Dans le cas, ou, au cours du cheminement, on aurait visé le voyant supérieur du jalon-mire mention en serait faite par les

---

⁂ Quand les angles de pente à mesurer sont plus faible que l'erreur de colimation les 2 lectures semblent indiquer soit 2 pentes ascendantes soit 2 pentes descendantes et le double de l'erreur de colimation s'obtient en faisant la différence à zéro ou à 200g de la somme des 2 lectures faites sur l'éclimètre.

majuscule V S inscrites près de la lecture de la pente le calcul des pentes et des dénivelement étant vérifié on arrête le cheminement. Pour cela, on fait la somme des dénivelés positifs et celle des dénivelés négatives au bas de chaque colonne; puis on met la somme algébrique des dénivellés dans la colonne de la plus forte somme partielle c'est-à-dire qu'on retranche l'une de l'autre les dénivelés additives et les dénivelés soustractives, en affectant la différence du signe de la plus grande. On fait la somme arithmétique des dénivelés dans l'autre colonne

Ayant inscrit dans cette colonne repèrement et remarque la cote du point de départ si on y ajoute la déference algébrique des dénivelés on obtiendra l'altitude déduite du point d'arrivée. La différence entre l'altitude vraie et l'altitude déduite est ce que l'on appelle l'écart de fermeture en nivellement. Si dans un cheminement principal cet écart est supérieur à 35 ou 40 cm. *

C'est qu'il il y a des fautes qu'il faut chercher, d'abord dans les calculs, puis dans les observations, la recherche des fautes doit se faire dans l'ordre suivant:

1° vérification de l'altitude des points de départ et d'arrivée;

2° Vérification des pentes calcul des pentes et des dénivelés

3° Vérification de l'inscription des dénivelés (quant à la colonne) si elles sont bien été inscrites dans les colonnes correspondantes au signe des pentes.

4° Vérification des calculs de fermeture. Si ces différentes opérations ne révèlent aucune faute, il faudra recommencer le cheminement en sautant une station sur 2 car une faute d'observation est probable.

---

* Pour les cheminements tracés suivant des pentes très raide cette limite de 35 à 40 cm pourra être un peu ~~dispers~~ dépassé.

Les fautes les plus fréquentes sont :

1° La faute d'un grade ou de 50' dans la lecture l'omition de la lecture du limbe on s'est contenté d'inscrire seulement la lecture du tableau focal.

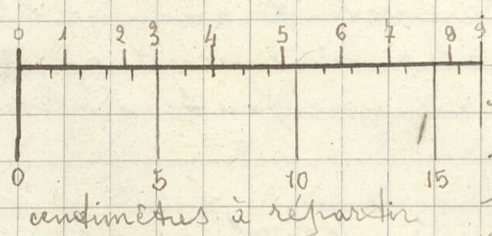
2° L'oublie de caler la bulle de niveau, L'erreur de voyant on a visé le voyant supérieur du jalon-mire au lieu du voyant inférieur.

3° La hauteur du voyant inférieur n'est pas la même que celle de la planchette.

La faute étant trouvée on la corrige l'écart de fermeture devenu acceptable est indiqué dans la colonne "repèrement et remarques" par la mention + ou − inscrite en face de la différence des 2 altitudes.

Ce n'est qu'après ces vérifications que l'on procédera utilement au calcul des altitudes des points. On obtient celle-ci en ajoutant ou en retranchant à la côte du point précédent la dénivelé calculée suivant sa ligne. Les résultat successifs s'inscrivent dans la colonne "altitude déduite". Comme vérification de ces additions et soustractions successives on examine si la côte obtenue précédemment et figurant dans les opérations effectuées dans la colonne "reperement et remarque" est bien la même que la côte obtenue pour le point d'arrivée.

Répartition de l'écart de fermeture



Puis on calcule les cotes rectifiées en repartissant l'écart de fermeture sur tous les points proportionnellement au dénivelé qui les sépare. pour cela on représente consécutivement sur une même droite à l'échelle du $\frac{1}{1000x}$ ou du $\frac{1}{2000}$ les dénivelés un à 2 - 2 à 3 - 3 à 4 etc. sans avoir

égard à leurs signes et sans tenir compte des fractions de mètre. On divise à vue ou graphiquement la longueur totale en autant de divisions à partir du point de départ côté O, et on lit, sur cette seconde échelle, en regard du point qui correspond à chaque sommet le nombre de centimètres dont la cote doit être modifiée. On peut encore, mais avec plus de risque de faute faire la répartition par calcul, de la manière suivante: On divise la valeur de l'écart de fermeture par la somme arithmétique des dénivelés le nombre à reporter sur chaque point égal au produit du quotient obtenu par la dénivelé correspondante. Ces calculs (divisions et multiplications) se font avec la règle à calcul en opérant pratiquement de la façon suivante:

prendre sur l'échelle inférieure de la réglette, la division correspondante à la somme arithmétique. des dénivelés, l'amener en face de la division correspondante à l'écart de fermeture. lu sur l'échelle inférieure de la règle. La réglette étant ainsi placée une fois pour toute on lira pour chaque point la valeur de la correction à apporter à l'altitude rog déduite sur l'échelle inférieure de la règle en face du trait correspondant à la dénivellé et au dénivellé pris sur l'échelle

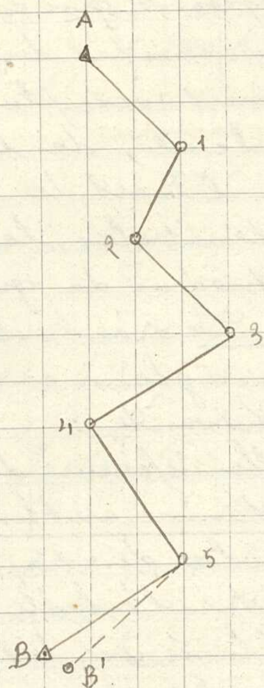
Les corrections sont inscrites dans la colonne destinée, avec leurs signes en face des altitudes déduites en effectuant les opérations on obtient les altitudes compensées.

Remarques.

Si au lieu de calculer les différentes dénivelées en faisant le produit du sinus de l'angle de pente (nivellement indirect) on avait obtenu la valeur de ces dénivelées par nivellement direct (Cas d'un cheminement de cour) L'écart de fermeture en nivellement ne devrait plus être reparti proportionnellement aux dénivellées, mais proportionnellement au nombre de sommets du che-

nement et pour chaque sommet suivant son numéro d'ordre et à partir du point de départ.

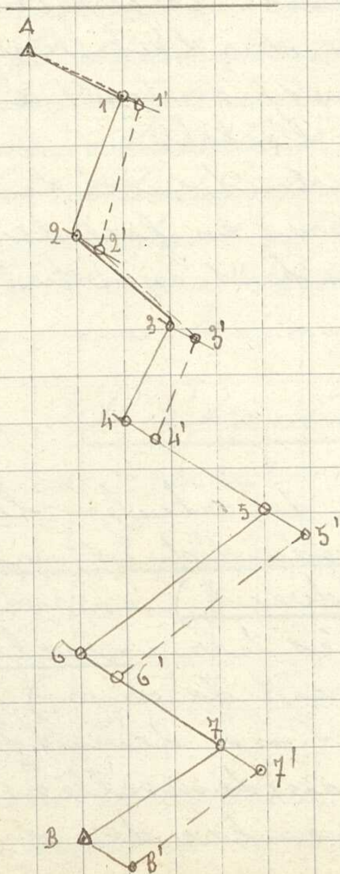
Écart de fermeture en planimétrie



Nous avons vu précédemment, qu'un cheminement part toujours d'un point connu A pour aboutir, à la suite d'un certain nombre de point intermédiaires (1, 2, 3 4, 5, 6) à un autre point connu B servant de vérification. déterminer, de la dernière station 6 la position du point B comme si on l'ignorait, est ce que l'on appelle fermer le cheminement en planimétrie.

Les erreurs successives commises dans les observations, et celles qui existent d'autres part, sur la position des points de départ et d'arrivée, font que la position du point B' <u>déduite</u> de la dernière station 6 ne coincide pas avec celle du point B marqué sur la planchette. L'écart de position entre ces 2 points est ce qu'on appelle <u>l'écart de fermeture en planimétrie</u>.

Pour être admissible, cet écart peu aller jusqu'à 5 a 6 décimillimètre mais ne doit jamais atteindre 1 mm.



Répartition de l'écart de fermeture.

1° L'écart est inférieur à l'écart de fermeture admissible ;

Il est acceptable et le cheminement est considéré comme bon※ On répartit l'écart le long du cheminement de la façon suivante : On déplace sous les sommets 1' 2' 3' etc et B' parallèlement à la direction et dans le sens BB' d'une quantité proportionnellement à leurs distances au point de départ.

Ainsi le déplacement à faire subir pour l'amener en 3 est égale à B'B $\frac{(A1')+(1'2')+(2'3')}{A1'+1'-2'+5'B'}$

Soit : $3-3' = \frac{(B'B \times A3')}{AB}$

On obtient de cette façon les points (sommets des) (1, 2, 3, 4, 5 6) B' tombant sur B qui sont les cheminements compensés.

« Pratiquement, on se contente souvent de faire la répartition à vue proportionnellement au nombre de sommet à partir du point de départ.

Fautes et corrections.

2° L'écart est plus grand que l'écart admissible
On a fait une ou plusieurs fautes dans le cheminement ou dans le report des points de départ et d'arrivée sur la planchette, le cheminement est à vérifier. Cela ne veut pas dire qu'il faille de suite refaire toutes les opérations du terrain : non ! Il faut d'abord rechercher si l'écart n'est pas du à une faute qui

---

※ Bien que ce cheminement ferme, il est bon, avant de faire la répartition de l'écart de fermeture, de vérifier qu'il n'y a pas de fautes se compensant et pour cela, de comparer les longueurs construites sur le dessin avec les longueurs réduites à l'horizon

sera possible de corriger sans recommencer le cheminement. La position de B' par rapport B nous ~~qui~~ donne généralement une idée de nature de la faute commise :

Suivant que le point B' se trouvera déplacé dans la direction générale du cheminement AB en B-1, nous aurons affaire presque certainement à une faute de distance, dans le 1er cas et à ~~une faute~~ Il faut donc faire les vérifications suivantes :

a) Vérification du report sur la planchette des points de départ A et d'arrivée B

Si le point de départ a été mal reporté on déplace tout le cheminement dans le sens et de la quantité voulue, pour amener le point mal reporté sur sa position véritable.

b) Vérification des distances. on a pu oublier de porter une distance le cheminement est à rectifier à partir du point éroné, ou bien, on s'est trompé de 1, 2 ou 5 mm. dans le report des distances, en plus ou en moins, le point de fermeture se trouve alors décallé suivant la direction du coté mal reporté et d'une quantité égale à la faute faite sur le report de la distance ; le cheminement est à rectifier à partir du point éroné en le déplaçant, lui et tous les sommets suivants, de la quantité prise en sens inverse, dont il avait été déplacé, par suite de la faute commise.

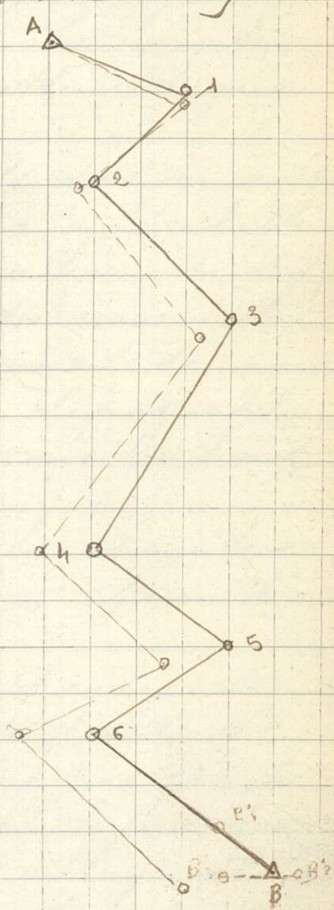
c) Vérifier qu'une station n'a pas été reportée à partir d'un mauvais point, ou sur une mauvaise direction

La faute étant trouvée même

correction, que précédemment.

d) Vérifier que la déclinaison de la planchette est bonne et que le déclinatoire n'a pas été décalé de sa bonne position, dès le commencement du travail" ce qui peut se ramener à une mauvaise déclinaison".

Cette faute aurait eu pour résultat de faire tourner le cheminement en entier, d'un angle égal à celui de la rotation du déclinatoire; pour corriger la faute on prend un papier calque sur lequel on reporte les sommets du cheminement; on le fait tourner autour du point de départ de l'angle correspondant au décalage du déclinatoire; En repiquant sur la minute les différents sommets marqués sur le calque, on obtient leur véritable position. dans ce déplacement, le point extrême du cheminement vient à une distance du point de fermeture égale à l'erreur de fermeture.



Dans le cas où les vérifications qui précèdent ne révèle pas de fautes, il faudrai, seulement alors, recommencer le cheminement sur le terrain, jusqu'à ce qu'on trouve la faute qui sera.

Une faute dans la lecture des distances soit: un manque de déclinaison de la planchette à l'un des sommets ou une déviation locale de la déclinaison:

Soit encore une déplacement du déclinatoire en cours d'opération cette dernière faute n'est guère à craindre, du reste, que dans

les cheminements exécutés en sautant une station sur 2.

Pour ces fautes même corrections que pour les fautes retrouvées dans recommencement du cheminement. Dans tous les cas, la faute étant retrouvée, le cheminement est corrigé d'une façon ou d'une autre, et l'écart de fermeture étant devenu admissible, on procède à sa répartition.

Remarque.

Qu'il s'agissent du nivellement ou de la planimétrie, en cas de fautes, on peu souvent, dans le cours d'un levé, avant de recommencer les opérations supposées éronées effectuées d'autres cheminements permettant de localiser cette faute.



Levé de détail

planimétrie

On appelle détail tous les objets naturels ou artificiels qui se trouvent à la surface du sol et que le topographe doit représenter sur sa minute.

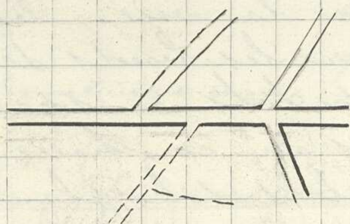
Les constructions et le dessin au crayon sont fait immédiatement sur le terrain. La minute au crayon doit être arrêtée aussi nettement que si elle était passé à l'encre.

Un tableau commenté des conventions du dessin pour les levés de précision à l'échelle du $\frac{1}{10000}$ est remis à chaque opérateur; on s'y conformera strictement et on s'inspirera des indications fournies par les specimen de minutes et calques remis à chaque topographe.

On sera guidé d'ailleurs par les considérations que voici:

On doit représenter sur la minute tous les détails que l'échelle du $\frac{1}{10000}$ permet d'exprimer

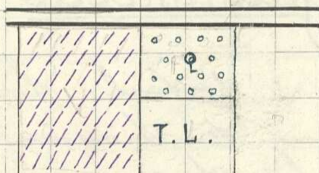
1° Les communications: Elles sont indiquées avec les largeurs et les traits conventionnels stipulés par le tableau commenté; toutefois dans les traversées de village et lors que leur largeur est supérieure à la largeur conventionnelle elles sont représenté en vraie grandeur.



2° Les cours d'eau. lavoir abreuvoir réservoir d'eau, les sources et les moindres fillets d'eau.

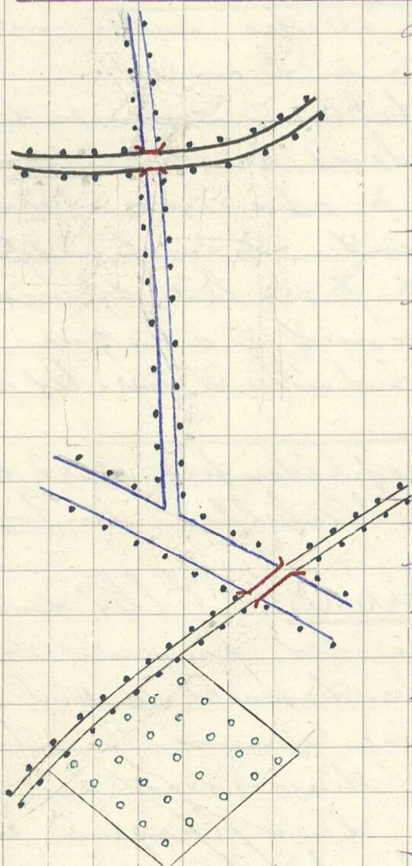


3° Les limites des masses de culture



Ces cultures sont indiquées par les initiales de leur nom. En comprenant d'ailleurs sous la dénomination de terre labourable toutes les cultures permanentes, prairies artificielles, plantes légumineuses.

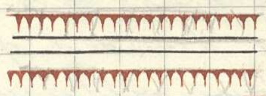
4° Les arbres situés sur le bord des routes et des ruisseaux. dans les vergers et les terres plantés.

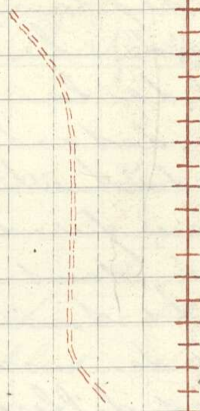


Des points ou de petits ronds marquerons les arbres isolés. leur écartement ne sera pas réduit à l'échelle mais ne sera pas inférieur à 2 mm. Les arbres des vergers terrains dont la culture principale est celle des arbres fruitiers. seront disposés suivant le modèle ceux des routes et chemins seront placé à l'extérieur, alors même qu'ils serait réellement placé à l'intérieur, ils seront d'ailleurs placés deux à deux sur des perpendiculaire à la direction de la voie; les arbres plantés sur les bords des fossés ou des petits ruisseaux seronts placés au contraire en zig-zag. Les arbres isolés plantés dans les cultures diverses seront indiqués par de petits ronds placés irrégulièrement.

5° Les petits accidents de la surface du sol

(plus 0m,75 de haut) Ressauts, talus des chemins ravins, trous, monticules, carrières, etc...





Les talus et les escarpements de roc seront indiqués par des hachures dirigées, pour les premiers dans le sens des lignes de plus grande pente, et pour les autres dans le sens des horizontales de façon à former des teintes dégradées.

Le sommet du talus doit être exprimé par un trait fin continu pour les talus en déblais. On signale sur le calque de généralisation accompagnant chaque minutes les accidents de plus de 1m30 de hauteur.

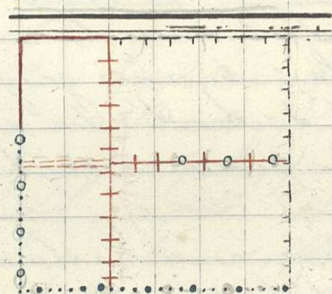
6° Les habitations. –

Les maisons ou groupes de maisons sont représentées à l'échelle avec dimension minima de 1mm.



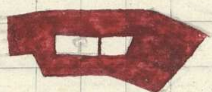
7 Les clotures en grilles en haies, en planches, en fil de fer, en levée de terre, en fossé.

Conformément aux conventions. que seuls les fossés de plus de 0m75 de profondeur et de largeur sont figurés sur les minutes; on signale sur le calque de généralisation accompagnant chaque minute que les fossés dont les dimensions sont supérieures à 1m30



8° Les gués, les ponts, les bacs, les croix et autres objets remarquables, etc...

Lorsque dans un village on a de la peine à voir le détail intérieur des cours et dépendance des maisons, On détermine seulement le contour extérieur du massif sur la voie publique et l'on dessine au senti



les contours intérieurs. On doit toujours marquer exactement les clotures diverses qui forment les limites du village.

Le travail de rédaction de la minute se fait au gîte, il comprend la mise à l'encre et les écritures de la minute ainsi que l'établissement des calques.

La mise au net doit être faite le plus souvent possible au fur et à mesure de l'avancement du levé sans attendre son achèvement les documents sont établis conformément aux modèles de mesures et des calques. Les couleurs des différents traits et lignes sont indiqués par la colonne du tableau commenté relatif à cet objet.

Il est rappelé que dans l'encre de chine et les couleurs doivent toujours être fraîchement préparé on ne doit pas chercher à utiliser les fonds de godet en y ajoutant de l'eaux. Les encres de chine et couleurs liquides doivent être proscrites. Il ne sera fait usage que des encres, couleurs et crayons fournis par le service géographique le pochage des constructions doivent être exécuté avec le plus grand soin, soit au pinceau soit à la plume (et en dernier lieu).

On ne tracera aucun cadre.

Les différents titres à inscrire sur les minutes seront apposées au composteur par le chef de brigade, l'opérateur devra toujours signer sa minute et indiquer à coté de sa signature, la date d'achèvement de sa minute.



Pour lever une maison il faut prendre 3 angles de cette maison et du même point.



Instructions spéciales.

Préparation et programme.

Chapitre 1er. Opérations préparatoire

Les levés au $\frac{1}{10000}$ couvrent une grande étendue de terrain et se décompose par conséquent en un grand nombre de minutes qu'il est nécessaire de rattacher entre elle. D'où résulte 2 sortes d'opérations celles destinées à assurer l'exactitude de l'ensemble et à préparer les levés de détail et celles du levé proprement dit au $\frac{1}{10000}$.

Les premières sont exécutées par un personnel spécial, les 2ème par des officiers ou sous-officier de toutes armes détachés pendant quelque temps auprès des diverses brigades de la section.

Opérations d'ensemble.

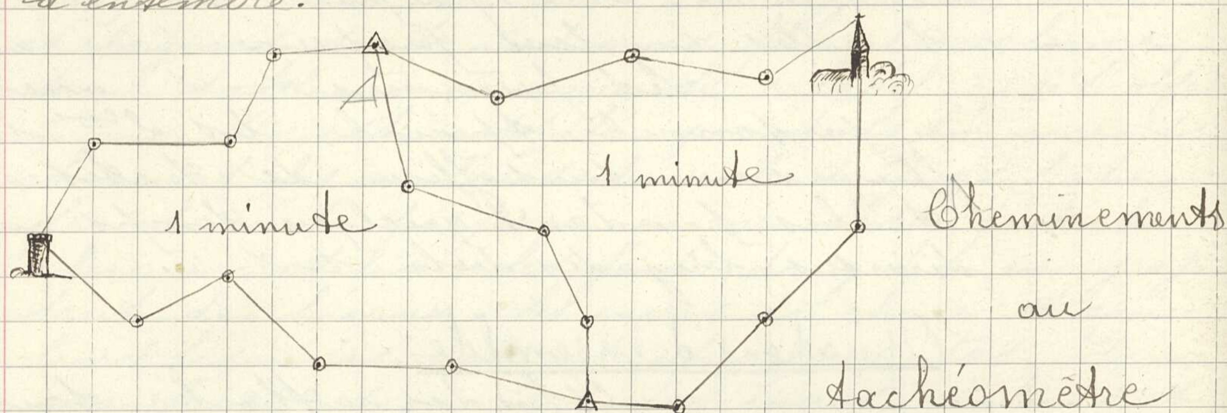
Afin de rattacher tous les levés partiels entre eux un canevas d'ensemble est indispensable. La triangulation du service géographique lui sert de base. Les points de cette triangulation n'ont plus aujourd'hui leur densité primitive par suite de la disparition d'un assez grand nombre de signaux. Bien que généralement supérieur aujourd'hui à 4 ou 5 km leur espacement moyen actuel permet néanmoins qu'il servent à brider et à vérifier quand à la planimétrie les cheminements que les topographe de la section exécutent au tachéomètre.

Le réseau de ces cheminement est d'ailleurs complété par la détermination de quelques points remarquables.

En ce qui concerne l'altimétrie c'est cheminements son rattaché au altitudes des repères du nivellement général de la France du ministère des travaux publics.

Les altitudes fournies par le nivellement géodésique du service géographique lequel suffisé pour une carte au $\frac{1}{80000}$ présente trop peu de précision pour le but que on se propose ici.

Ces cheminement suivent les routes et les chemins principaux ; ils constituent avec les points de la triangulation et les points remarquable, le canevas d'ensemble.



Levés proprement dits

Les opérations précédentes déterminent sur le terrain comme un réseau dont chaque maille, de 5 à 8 km² en moyenne, correspond à une minute de levé et est, en outre, subdivisée, s'il y a lieu par un ou 2 cheminement la traversant.

La feuille sur laquelle cette minute sera établie, est remise, assujetie sur une planchette, au topographe chargé du levé proprement dit. Les différents points du canevas d'ensemble. (point de la triangulation ; points remarquables et sommets de cheminement) y ont été reportés à l'avance.

Chaque minute est accompagnée d'un carnet donnant les croquis de repèrement permettant de retrouver sur le terrain les points de ce canevas. Ceux-ci fournissent aux topographes des points de repères nombreux auxquels il rattachera toutes ces opérations en vue de la détermination.

~~En vue de la~~ détermination de la planimétrie et de la représentation du figuré du terrain par les courbes de niveaux

Programme du levé et du dessin.

Le travail consiste à déterminer la planimétrie du terrain compris à l'intérieur du cheminement circonscrivant le levé demandé et à représenter les formes de ce terrain par des sections horizontales équidistantes de 5 m. On n'importe pas d'achever une minute dans un temps donné il importe avant tout que le travail soit bien exécuté. Cependant l'expérience a montré qu'un topographe exercé parvient à lever en moyenne $\frac{1}{2}$ km² soit 50 hectares, par jour ; cette moyenne peut être moindre en terrain difficile à lever et suivant l'habileté des opérateurs ; mais elle n'est jamais inférieure à 10 ou 12 hectares, même dans les régions les plus difficiles à lever les instruments employés sont décrits autre part.

Les distances son mesurées à l'aide du jalon-mire et de l'éclimètre, ce qui suffit du moment que tous les cheminement constituant le canevas d'ensemble sont donnés d'avance ; les petites distances peuvent être mesurées au pas.

Les distances mesurées soit avec la règle à éclimètre soit au pas, doivent être

réduites à l'horizon.

Les observations et les calculs des dénivelés (différence de niveau) sont enregistrés dans des carnets préparés.

Marche à suivre dans le levé du canevas de détail

Observations.

La méthode à suivre pour un levé au $\frac{1}{10000}$ comprendrait le levé d'un canevas d'ensemble, l'exécution de la planimétrie et les levés du figuré du terrain. hor, ainsi qu'on vient de le dire le canevas d'ensemble est fourni au topographe sur la minute qui lui est remise, il lui reste seulement à exécuter un canevas de détail, à lever la planimétrie et à définir le figuré du terrain à l'aide de sections horizontales et des altitudes de quelques points en dehors de ces sections.

Nous nous bornerons donc ici à donner la marche à suivre dans ces dernières observations.

Décomposition du levé.

La partie du terrain à lever sur chaque minute est, comme nous l'avons déjà dit, entouré d'un polygone et traversé, s'il y a lieu par un ou 2 cheminements: On dispose ainsi de points nombreux levé et nivelés, ces cheminement du canevas d'ensemble décompose le levé en 2 ou plusieurs parties suivant le cas, il conviendra de procéder consécutivement, pour chacune de ces parties au levé du canevas de détail, à celui des détails de planimétrie et à la détermination des sections horizontales.

Cette marche permettra de se souvenir plus facilement du repèrement des points, et elle donnera plus promptement, au topographe une expérience plus complète.

Choix entre les procédés.

Il semblerait à priori que, tout levé consistant dans la détermination d'un plus ou moins grand nombre de points, on peut à volonté employer indifféremment pour cet objet l'un quelconque des 4 procédés que nous avons décrits précédemment. Il n'en est pas ainsi; les procédés par intersection et par relèvement, plus rapides que les cheminements si l'on avait à déterminer qu'un petit nombre de points, ne donne pas généralement toute la précision qui nous est nécessaire, à moins d'employer des précautions spéciales dont nous parlerons, mais qu'il n'est pas toujours possible de prendre; ce n'est qu'exceptionnellement que l'on a recours à ces procédés à l'échelle du $\frac{1}{10000}$. Le procédé par cheminent en revanche est le plus simple et le plus précis; c'est celui qu'on devra employer presque toujours. Le procédé par rayonnement est le plus rapide, mais il est moins sûr que le procédé par cheminement; il n'est employé que pour le levé des détails comme complément du procéder par cheminement.

Canevas de détail.

Le canevas de détail sera constitué par des traverses plus ou moins nombreuses dont les premières s'appuieront toujours sur 2 points du canevas d'ensemble. Les suivants pourront s'appuyer sur les points des premières, dont on aura assuré et repéré la position.

Le levé de ce canevas doit être précédé d'une reconnaissance avec piquetage et repérements de tous ces points. Il est indispensable que l'on puisse retrouver rapidement les sommets,

de ces traverses pour y appuyer facilement et surement les opérations du levé de détail.

Conditions pour les traverses.

Le nombre des cotés de chaque traverse sera autant que possible inférieur à une quinzaine mais ne devra jamais dépasser 25; la longueur de chaque coté variera suivant la pente.

Si la pente est faible et que l'on chemine, par conséquent, à peu près suivant les horizontales du terrain, les cotés pourront avoir de 100 et 120^{m} au maximum. Sur les pentes plus raides, il n'excéderont jamais 60 m.

De ces données, il est facile de conclure que les premiers cheminements devront être exécutés sur les chemins ayant les pentes les plus douces, ce qui permettra de leur donner sans inconvenient un développement de 1500 à 2000^{m}, et même de le pousser ~~jus~~ jusqu'à 2500 et 3000^{m} si cela est nécessaire pour qu'on puisse les appuyer sur 2 points du canevas d'ensemble, en regard à la disposition générale de celui-ci. Les traverses dont les inclinaisons seront plus fortes seront lever en second lieu. Elles s'appuieront en général sur les points des 1ère, qui auront due être assez multipliées pour que la longueur de ces traverses secondaires n'excèdent jamais 1000 à 1200 m.

Ces conditions seront imposées par le procédé adopté pour la mesure des distances; procédé qui consiste uniquement dans l'emploie du jalon-mire et des échelles stadimétriques de l'éclimètre (Les erreurs affectant les distances lues sur les échelles stadimétriques sont à peu près proportionnelles au carré de ces distances: leur expression théorique est en effet un mètre multiplié par D au carré $1 \times D^2$ D étant la longueurs exprimée en hectomètre. Il est donc avantageux au point de vue de la précision de cheminer par coté court plutôt que par des cotés [illegible]

Si l'on mesuré les distances à la chaîne les limites fixées ci-dessus s'allongerait sensiblement. L'incertitude sur la mesure des distances est nuisible surtout au point de vue de la détermination des différences de niveau; elles seraient sans importances pour le tracet de la position des points sur un plan au $\frac{1}{10000}$ c'est surtout lorsque la pente est forte qu'une erreur sur l'évaluation de la distance conduit à des erreurs très sensibles sur la diférence de niveau cherchée.

Aussi devra-t-on, autant que possible, éviter les pentes raides et cheminer suivant les lignes qui donneront des lignes de visée peut inclinées sur l'horizon.

Tracet des traverses.

Les traverses suivront généralement les chemins principaux qui ne ferait pas partie du canevas d'ensemble, les bords des rivières, les thalwegs, les crêtes, etc...

Elles ont pour but de déterminer 1° des lignes, se rapprochant le plus possible des détails de planimétrie que l'on y rattachera par rayonnement ou par mesure aux pas; 2° et aussi de donner des côtes sur les lignes caractéristiques du relief du terrain. 3° Enfin de fournir des points de départ et de vérification pour les cheminements secondaires exécutés suivant des sections horizontales comme nous le dirons plus loing. On doit chercher à réduire au stricte nécessaire le nombre de ces traverses, tout en satisfaisant aux conditions ci-dessus.

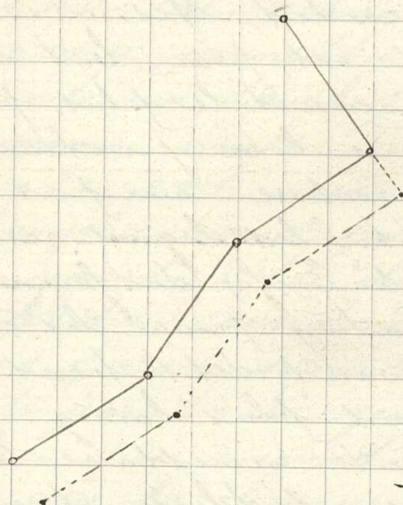
Levèr des traverses principales.

Dans le lever par cheminement des traverses principales, on opérera par visées directes et inverse comme cela a été expliqué précédemment. les observations seront inscrites dans le carnet en affectant à chaque coté 2 lignes consécutives.

On construira sur la planchette chaque coté à l'aide du biseau de la règle à éclimètre gradué en millimètre. On appréciera à $0^{m}, 50$ près la longueur de sa projection obtenue en faisant avec la règle à calcul de l'éclimètre le produit de la distance mesurée suivant la pente par le cosinus de cette pente.

On inscrira sur le carnet, la distance réduite à coté de la distance mesurée. Puis on calculera immédiatement la dénivelé, en multipliant avec la règle à calcul la distance suivant la pente par le sinus de l'angle de pente corrigé. On se transportera ensuite à la station suivante.

Vérification des constructions et des calculs.



Dès qu'on a achevé un cheminement il faut le vérifier. Pour la planimétrie, on compare à l'aide du carnet, les longueurs construites sur le dessin avec les longueurs réduites à l'horizon. La faute que l'on commet le plus généralement consiste à oublier de porter la longueur de 1 des cotés il faut alors recommencer le tracet des directions à partir du coté oublié.

Si l'on constate une faute sur un coté (m.n)., on la corrige, ce qui transporte, par exemple le point (n) en (n') on doit transporter tous les points ultérieurs du cheminement parallèlement à m-n. et d'une quantité égale à (n-n') Pour le nivellement, on calcule de nouveau les dénivelés obtenus sur le terrain. On retrouve ainsi presque toutes les fautes qui auraient été commises soit dans les constructions soit dans les calculs.

Écart de fermeture admissible

Après répartitions des fautes que nous venons de voir s'il n'y a pas de fautes l'écart de fermeture en planimétrie doit très rarement atteindre ½ mm. et ne jamais dépasser 1mm.

L'écart de fermeture du nivellement ne doit pas dépasser 0m,10 pour des traverses principales remplissant les conditions énumérées précédemment.

Recherche des fautes des mesures.

Si les écarts de fermeture dépassaient ces limites, il y aurait des fautes à rechercher dans les opérations. Mais, avant de recommencer celle-ci on pourra parfois lever une seconde traverse qui divisera la première en 2 parties. La comparaison des écarts de fermeture de cette traverse avec celui constaté pour la précédente montrera souvent dans quelle partie de celle-ci ~~ont~~ les fautes ont été commises. On ne recommencerait alors que cette partie.

Répartition de l'écart de fermeture.

Quand les fautes seront retrouvées on répartira sur les différents sommets de la traverse considéré l'écart admissible tant du plan que du nivellement. On obtiendra ainsi pour chaque point de cette traverse les positions et les altitudes compensées, que l'on regardera comme définitives

Lever des traverses secondaires.

(ou de 2ème ordre)

Dès que ces opérations seront achevées, on procédera au levé des traverses de 2ème ordre, qui doivent subdiviser le terrain afin de multiplier les points de repère et les cotes, et de serrer de plus près les détails à lever.

Ces traverses s'appuieront à la fois souvent sur les points du canevas d'ensemble et sur ceux des

traverses principales que ~~qu~~ l'on aura du repérer convenablement. Leurs cotés sont assujettis aux conditions énumérées plus haut pour leur levé on suivra la même marche que pour celui des traverses principales; mais, par économie de temps, excepté pour les cheminement fait dans les vilages, on sautera une station sur 2 comme cela est expliquez plus haut.

Excepté pour les cheminement tracé suivant des pentes très raides, la faible longueur de ces cheminements secondaires fera que leurs écarts de fermeture ne dépasseront pas ceux que nous avons indiquées pour les traverses principales. Après recherches et correction des fautes que l'on aurait pu commettre on repartira les écarts restants sur les différents sommets des traverses.

Corrections nécessaires pour le dessin au

Crayons. On ne saurait trop insister sur la nécessitée de dessiner tous les détails avec une netteté et une correction telle que leur mise à l'encre ne présente aucune indécision même pour un dessinateur différent de celui qui a fait le levé.

Le détail est fait au crayon dur.

Levés au $\frac{1}{10000}$

Détermination des points à côte ronde

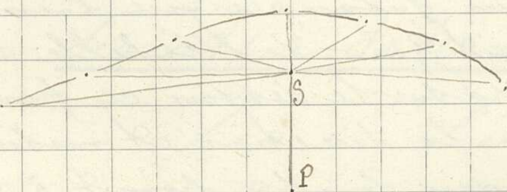
2 procédés pour la détermination des sections horizontales.-

On peut déduire les courbes horizontales d'un certain nombre de côtes jetées sur le terrain en déterminant par interpolation graphique les points à côte ronde qui appartiennent à ces courbes. Mais il sera généralement plus exact et plus rapide d'en tracer directement un certain nombre en filant la courbe suivant l'expression consacrée, et en interpolant les autres.

Dans ce dernier cas celui de la détermination directe, le point déterminé, que l'on doit toujours indiquer par un point sera accompagné d'une interruption de la section. Dans le cas d'interpolation graphique, il ne sera pas indiqué.

Détermination directe

Pour filer une courbe d'altitude donnée, on doit: 1° déterminer à l'aide de visées horizontale les points du terrain à même altitude égale à la valeur donnée;



2° Construire sur le dessin les points déterminés. pour exécuter ces opérations, il faut d'abord chercher un point P du canevas d'ensemble

où de détail dont l'altitude ne diffère pas de plus de 1m de celle de la courbe à filer, si cette condition n'est pas remplie il faut à l'aide d'un point P du canevas déterminer un point S du terrain dont l'altitude soit à peu près égale à celle de la courbe, et qui soit située à une centaine de mètre (120 M.) du point P pour cela, étant en station en P, on détermine d'abord la pente et la longueur de la ligne P.S. puis on calcule la dénivelée si l'altitude trouvée pour ce point S diffère par trop de celle de la cote à filer, on fait déplacer l'aide en suivant la ligne de plus grande pente du terrain et on recommence ces mesures de pente et de distance jusqu'à ce que l'on trouve un point S du terrain dont l'altitude soit à peu près égale à celle de la courbe. On trace alors la direction de P v. S, puis on se porte en ce point S pour vérifier par une visée inverse les déterminations de la visée directe que l'on vient de faire en P. Ayant ainsi un point P. ou un point S, On filera la courbe de la façon suivante: Soit 160. l'altitude de la courbe à filer et 160m10 l'altitude du point P ou S. on fait monter le voyant de 0m10 au dessus de sa position habituelle (la hauteur du voyant était égale à la hauteur de la lunette au dessus du niveau du sol.) Si l'altitude du point de station avait été de 159,30 on aurait fait baisser le voyant de 0m70 (160 - 159,30 = 0m70). L'opérateur fait alors porter son aide sur un point du terrain coté 160m en lui faisant faire face à la planchette et en visant avec la lunette mise à la pente zéro (la bulle entre ses repères. Il fait monter ou descendre l'aide sur le terrain jusqu'à ce que l'image du voyant tombe sur le trait zéro de l'échelle des grades.

Il marque alors sur le dessin ce point de la courbe 160 en traçant la direction et mesurant la distance de la ligne qui joint ce point à la station.

Les autres points de la courbe sont ensuite déterminés de la même manière en faisant dépla

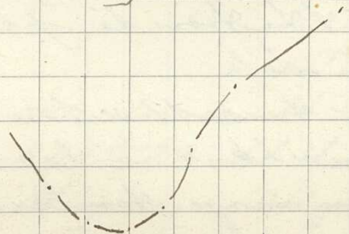
cer l'aide suivant l'horizontale du terrain, la position de chaque point est ainsi obtenue par tatonnements successif. Ces tatonnements peuvent être réduits en veillant à ce que l'amplitude de chacun des déplacement de l'aide soit moitié du précédent. Ces divers déplacements effectués dans le voisinage du point à déterminer se font en suivant la ligne de plus grande pente du terrain. l'amplitude des déplacements effectués le long d'une horizontale varie suivant la forme de la courbe à filer. Dans ces opérations, la planchette doit être calée avec soin de façon de la bulle de niveau reste autant que possible entre ses repères dans les différentes positions de la regle. D'un point P ou S on détermine ainsi par rayonnement les differents points d'une courbe jusqu'à 150m au maximum de ce point P. ou S choix

Choix des stations.

Quand la station présente une flexion assez brusque comme cela a lieu sur les arrêtes, et dans les gouttières, il est convenable de placer la station au point même de la flexion un peu plus bas dans le cas d'une arrête et un peu plus haut dans le cas d'une gouttière; car alors les rayons visuels rencontrent la section horizontale sous des angles exigus et les erreurs que l'on commet sur les distances ne déplaçant les points que dans le sens de ces visées, seront sans influence notable sur la forme de la courbe cherchée.



Ecartement variable des points à déterminer



L'écartement des points à déterminer est le plus ou moins grand selon que le rayon de courbure de la section est plus ou moins petit

Ainsi pour bien définir la courbe ci-contre, on mettrait entre les points des distances consécutives de 30m, 50m, 120m.

Pratique du filage de la courbe

Il faut choisir le 1er point de station S dont l'altitude ne doit pas différer par trop de celle de la courbe à filer à une centaine de mètres (120 m. au maximum) d'un point P du canevas. On détermine la position de ce point S par une visée inverse sur le point P. Cette opération exige quelques tâtonnements pour satisfaire aux deux conditions précédentes, puis on détermine les points de la courbe comme ci-dessus par rayonnement; pour prolonger la courbe au delà de 120 m, on va mettre la planchette à une centaine de mètres (120 m au maximum) de la position de ce jalon, on choisit à nouveau la station de la planchette en un point dont l'altitude ne diffère pas trop de celle de la courbe à filer: la position de ce point est obtenue à la suite de tâtonnements par une visée inverse faite sur la dernière position du jalon. On détermine alors à nouveau des points de la courbe à droite et à gauche de la planchette dans un rayon de 120 m. au maximum.

Pour cette détermination on doit fixer le voyant niveleur à une hauteur que l'on détermine pour la 1ère station de planchette, ainsi qu'on l'a expliqué déjà.

Pour les stations successives on doit fixer directement le voyant niveleur à la hauteur voulue jusqu'à ce que son image tombe sur le

trait zéro de l'échelle des grades quand la bulle de niveau est entre ses repères.

Les stationnements à exécuter pour déterminer les stations de planchette deviennent insignifiants en opérant de la façon suivante:

Le topographe se porte en comptant ses doubles pas et en suivant à vue la direction de l'horizontale à une centaine de mètres du dernier point déterminé sur la courbe et sur lequel se trouve placé le jalon-mire; l'aide tenant ce jalon vertical regarde dans le viseur et fait signe au topographe quand il voit le milieu de son corps au milieu du champ du viseur.

La planchette mise en station en ce point se trouve alors dans une position convenable pour prolonger le tracé de la courbe horizontale.

Interpolation des points à côte ronde.

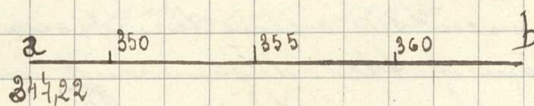
Les procédés suivants pour l'interpolation des points qu'aux cas où l'on a estimé sur le terrain que la pente est sensiblement uniforme dans toute l'étendue d'un profil représenté sur le terrain par une droite AB.

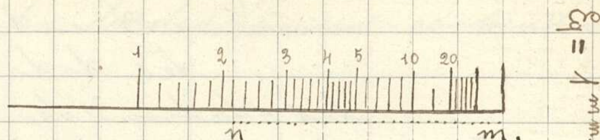
Voici comment on peut marquer sur ce dessin les points à côte ronde compris entre A.B.

La pente de la droite est connue.

Supposons d'abord que l'on connaisse l'altitude de l'une des extrémités (ā) côté par exemple 347,m22 et la pente du profil ab., pente de +29,65 et par conséquent ascendante. Les points à côte ronde cherchés sont 350, 355, 360... On peut les cons-

suivre par 2 procédés.





1° Les dénivelés entre a et ces points sont respectivement 2,m78, 7,m78, 12,m78... Si l'on multiplie successivement, la cotangente de 29,65 par ces dénivelées, on obtiendra, pour les points considérés leur distance au point a distances avec lesquelles on construira leur position sur le dessin. Ce calcul se fait à l'aide de la règle à calcul en divisant ces différences de niveau par la tangente de 29,65

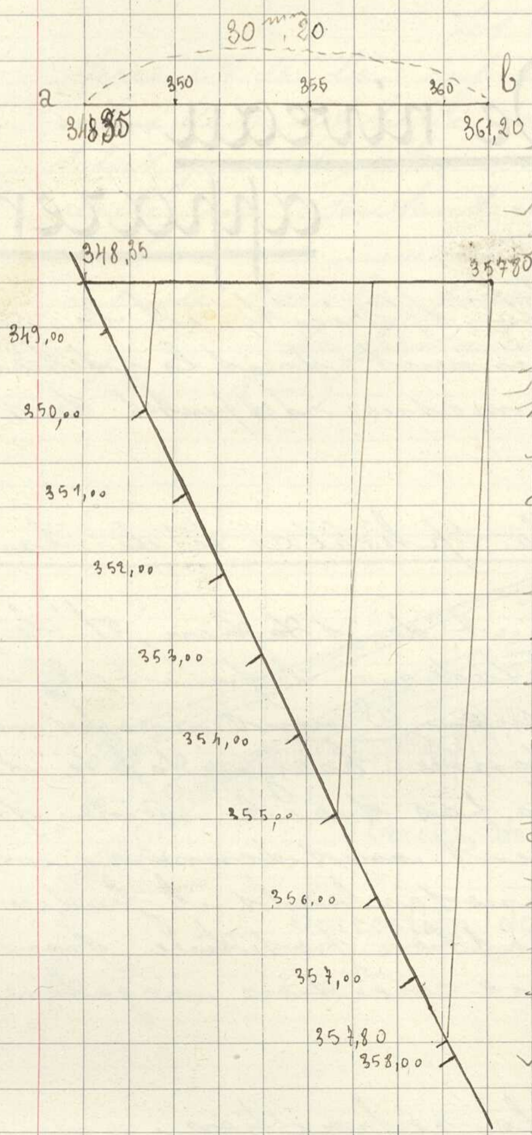
Ce procédé est peu employé.

2° Sur l'échelle du biseau de la règle (échelle des cotangentes marqués: « équidistance 1 mm » L'écartement du trait extrême chiffré 100 G. par rapport au point où se lit 29,65 donne la distance horizontale m-n. qui, pour la pente de 29,65 correspondant à 1,mm sur le dessin ou en réalité à 10m de différence de niveau on l'a mesurera en millimètres et par une proportion faite avec la règle à calcul, on en conclura le nombre de millimètres, correspondant à la dénivelé 2,m78 cela permettra de marquer d'abord le point à la côte 350, puis successivement tous les autres, en les espaçant de la longueur ½ m. n. ce procédé est très rapide pour les pente raides parce qu'alors on peut souvent se contenter de marquer à l'estime la fraction de m.n. qui correspond à la différence de niveau cherchée.

Le mieux, pour la pratique courante, est de combiner les 2 procédés. On peut calculer avec la règle à calcul le produit de cotangente 29,65 par 2,m78, ce qui donnera le point 350; puis, en se servant de l'échelle des cotangentes, on mar-

quera les autres points et on vérifiera à l'estime que le calcul précédent n'était pas fautif.

Les côtes des points extrêmes étant seul connus.



Quant on connaitra seulement les 2 côtes des extrémités a b. de la droite donnée, on pourra marquer les points à côte ronde intermédiaires de 3 façons:

1° On fait la diférence des côtes et l'on mesure en mm. la longueur a b. (soit respectivement pour la figure ci-contre 12 m/m 85 et 30 m/m 20) puis on fait, avec la règle les proportions suivantes :

$$\frac{30^{m}{,}2 \times 1{,}65 \times 6{,}65 \times 11{,}65}{12{,}85} = \Rightarrow$$

propositions dans lesquelles les valeurs 1 m 65, 6 m 65, 11 m 65, expriment les distances horizontales de à au point coté 350, 355, 360.

2° On marque les division d'une droite a c. qui, partant par a serait divisée en échelle de pente et porterait les cotes connues et cherchées de la droite a b. pour cela, convenant de représenter chaque mètre par 1 cm par exemple on fait correspondre à a. le point du bord du double décimètre sur lequel on lirait conventionnellement 348 m 35 et l'on marque en n p. c les points qui dans la même hypothèse serait coté 350, 355, 360, 361,20 puis avec l'équerre on mène par n. m. p des parrallèles à b c ~~par leur intersection~~. Par leur intersection avec a b, ces parallèles donnent les points à cote

ronde, qu'il est bon de remarquer que pour obtenir les points par l'intersection des lignes qui ne fassent pas des angles trop aigus, il faudra, selon la raideur de la pente, prendre sur le double-décimètre, 20, 10, 5, ou 2,5 pour représenter 5 m. de diférence de niveau

2° pour les pentes raides on peut souvent faire la subdivision de a b. à l'estime, à vue, et obtenir encore une exactitude suffisante.

Erreur de niveau apparent

La sphéricité et la réfraction de la terre interviennent dans la détermination des dénivelés par la mesure des pentes tout au moins pour les longues visées

Effet de la sphéricité de la terre

Soit S le point de station, S' le point visé de même altitude que le point S, or si nous admettons qu'en S nous avons un appareil qui nous donne horizontalité le point S' ne nous apparaitra pas sur le même plan. mais notre instrument nous donnera une visée descendante. Pour nos calculs il faudra donc introduire un correction positive pour nos visées directes, une correction négative pour une visée inverse.

Effet de la réfraction.

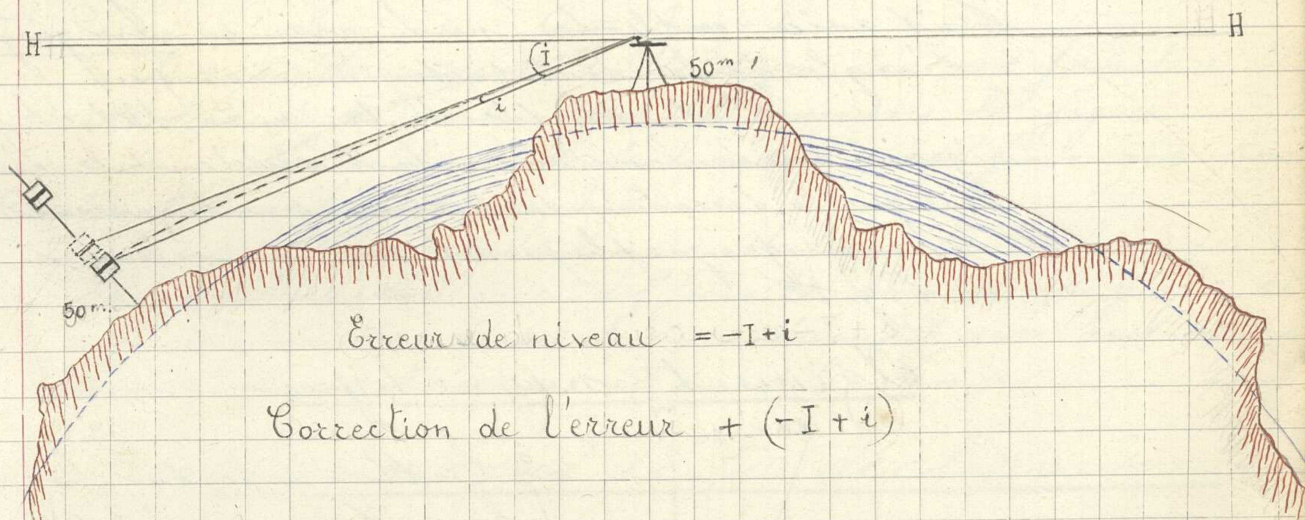
En raison de la réfraction les rayons lumineux au lieu d'être rectiligne présen-

sent une courbure de même sens que la courbure terrestre.
C'est ainsi que le point S est vu en G' au lieu d'être vu en G - il y a donc lieu pour corriger cette apparence d'introduire une correction négative

Correction de l'erreur de niveau apparent

Les effets de la sphéricité de la terre et de la réfraction sont donc de sens contraire celui de la sphéricité est toujours prépondérant (6 à 10 f. plus grand). En conséquence on obtient la dénivelé réelle en ajoutant une correction toujours positive dite correction du niveau apparent à la dénivelé apparente calculé par la pente observée.

La formule du niveau apparent = $0^{m},066 \times D^2$ (D en Km)



Aiguille aimantée

Propriétés de l'aiguille aimantée.

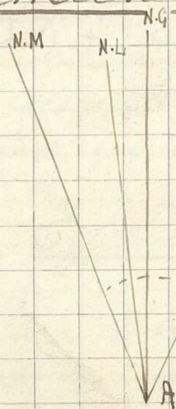
On sait qu'une aiguille aimantée librement suspendue par son centre de gravité prend dans l'espace en un lieu et à un instant donné sous l'influence magnétique terrestre, une direction fixe à laquelle elle revient si on l'en écarte.

On appelle inclinaison. l'angle que fait la ligne des pôles de l'aiguille avec le plan horizontal et déclinaison. l'angle qu'elle forme avec le plan méridien du lieu.

Si on équilibre l'aiguille de façon à annuler l'inclinaison, l'aiguille prend dans la position horizontale une position fixe, et donne par sa pointe nord, ordinairement bleuie, la direction du nord magnétique faisant avec celle du nord vrai ou nord géographique. l'angle de la déclinaison magnétique.

Disons tout de suite qu'en 1921 et pour nos régions, la déclinaison était occidentale ce qui veut dire que la direction du nord magnétique est à l'ouest du nord géographique. et que sa valeur à Paris était de 13 J. 75.

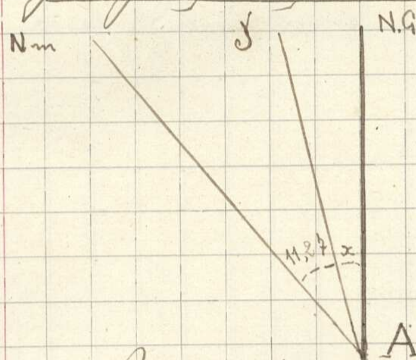
Azimut magnétique



Cette direction fixe, en un lieu et en un instant donné, matérialisée par l'aiguille aimantée est donc facile à réaliser, elle peut alors servir de direction origine à laquelle on rapporte les autres directions.

Etant en station au point A, on appelle azimut magnétique d'une direction AB l'angle de cette direction avec la direction du nord magnétique. Par convention cet angle est compté à partir de la direction du nord magnétique et dans le sens direct.

Transformation de l'azimut magnétique en azimut géographique et en gisements



Il est évident que si nous connaissons la valeur de la déclinaison magnétique, d, au point A on passera de l'azimut magnétique Zm. à l'azimut géographique Z.g. par la formule: $Zg = Zm - d$

On passera de même au gisement G, si nous connaissons d', que nous avons appelé précédemment déclinaison rapporter au cadriage, par la formule:

$$G = Zm - D'$$

Pour éviter une faute de signe dans ces formules, il est bon de se graver dans la mémoire la figure.

La valeur de la déclinaison n'est fixe que pour un lieu et une époque donnée.

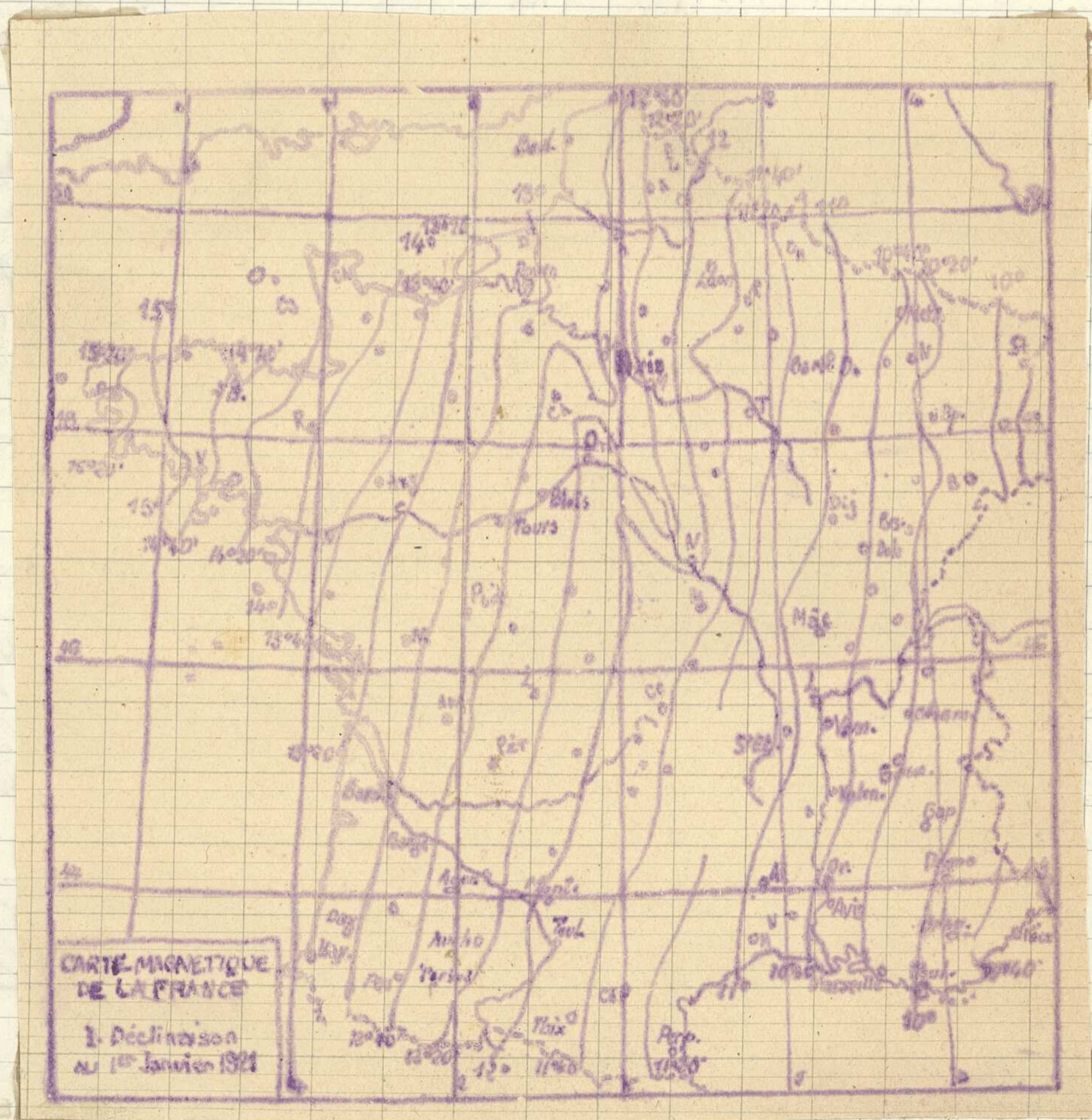
Nous devons donc étudier la valeur de la déclinaison aux différents points du globe et aux différentes époques, autrement dit ses variations dans l'espace et dans le temps.

Variations de la déclinaison

Variations géographique.

La valeur de la déclinaison, aux différents point du globe a une époque déterminée, ordinairement le 1er Janvier de chaque année est donnée ~~au~~ pour la carte des isogones, c'est à dire des courbes d'égale décli

naison la figure ci-contre represente un frag-
ment de cette carte et donne la valeur des la dé
clinaison en France à la date du

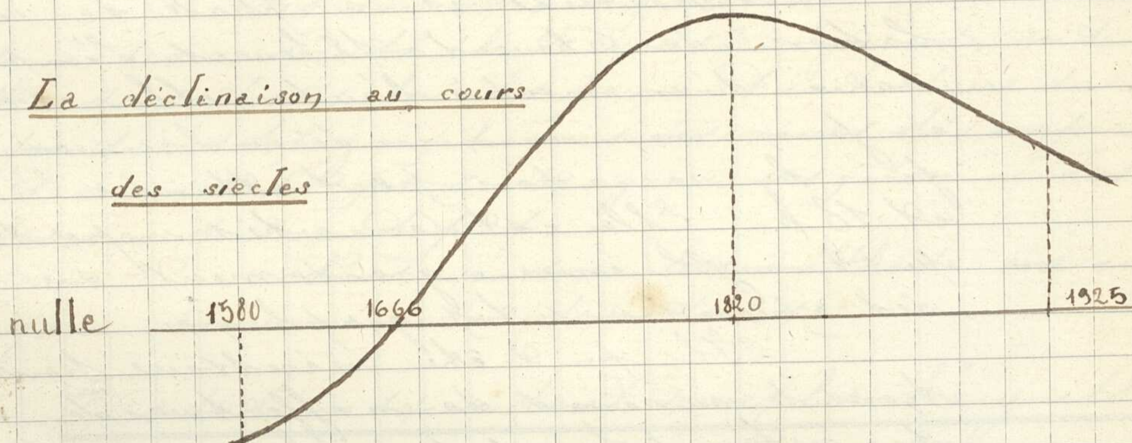


On voit sur cette figure que la variation est plus rapide dans le sens est ouest que dans le sens nord-sud pour la France elle est dans ces 2 directions respectivement de 0m7 et de 0m2 par Km. dans un rayon de 5 km environ la variation est donc toujours inférieure à 3m. hors, dans les meilleurs instruments topographiques, l'apréciation de l'orientation de l'aiguille aimantée ne peut pas être faite avec une erreur moyenne inférieur à 5 ou 6 m.

Aussi admettons pour toutes les opérations topographiques effectuées avec l'aiguille aimantée, que la déclinaison est constante dans un rayon de 5 Km.

Variations séculaires.

La déclinaison varie lentement au cours

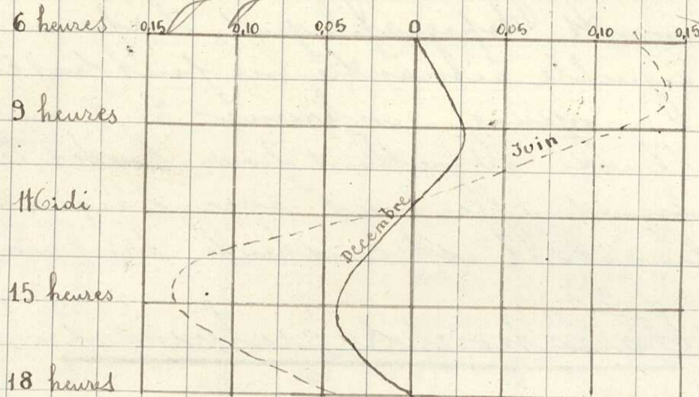


des siecles, elle était orientale en France au 16ème siecle nulle au 17ème a atteint un maximum occidental au début du 19ème siecle et sa valeur occidentale diminue actuellement d'environ 15 minutes centésimales par an. Cette diminution n'est d'ailleurs pas régulière.

Il s'ensuit que dans un même lieu, on doit tenir compte des observations séculaires de la déclinaison environ tous les 3 mois.

Variations diurnes

Dans la période d'un jour la déclinaison oscille de part et d'autre d'une valeur moyenne qu'elle possède à 10h et à 18 heures. La figure montre l'amplitude



l'amplitude et la phase de cette oscillation de 6 heures à 18 heures. L'amplitude varie d'un mois à l'autre, elle est maximum en juin minimum en décembre, on voit qu'en juin la variation peut atteindre 25 m entre 8h. et 13 h. Elle est donc très importante et peut influencer grandement sur la précision des opérations topographique.

Il peut être nécessaire pour des opérations de canevas de n'effectuer de mesure que à certaines heures pour lesquelles la variation n'est pas trop importante par exemple entre 10 h. et 11 heures ou même entre 12 h. et 15 heures. ou d'apporter une correction aux observations suivant l'heure à laquelle elles ont été exécutées.

Déviation locale.

Le champ magnétique terrestre peut être localement modifié par des masses de fer ou d'oxyde de fer magnétique situé à proximité de l'aiguille aimantée; celle-ci subit

alors une déviation plus ou moins importante (proportionnelle à la masse agissante et inversement proportionnelle au carré de la distance de cette masse)

Certains terrains riche en oxyde de fer magnétique constitué ordinairement par des roches volcaniques peuvent avoir ainsi une grande influence sur la déclinaison qui devient alors très irrégulière.

Mais le plus souvent les déviations locales sont dues à des objets en fer; les déviations sont appréciable, approximativement: pour une grille en fer jusqu'à 10 m. pour des rails de chemins de fer jusqu'à 6 m. pour une mitrailleuse jusqu'à 2 m., pour un casque en acier jusqu'à 10 cm. pour une montre en acier jusqu'à 5 cm.

Ces déviations peuvent être dues aussi à des courants électriques de grande intensité. Les déviations locales peuvent introduire dans les opérations topographiques des erreurs très importantes, et d'autant plus dangereuses qu'on ne les soupçonne souvent pas.

Nous avons vu la méthode ~~ne~~ employé pour découvrir ces déviations.

Conditions que doit remplir l'aiguille aimantée

L'aiguille aimantée employées dans les instruments de topographie est montée et équilibrée sur un pivot vertical solidaire de la monture.

Elle doit satisfaire aux conditions suivantes:

L'aiguille doit être mobile.

On s'en assure en la déplaçant de sa position d'équilibre à l'aiguille elle doit revenir par des oscillations régulièrement décroissantes

et non pas brusquement.

L'aiguille doit être suffisamment aimantée

Elle satisfait à cette condition si ayant été dérangée de sa position d'équilibre, elle y revient par des oscillations assez rapides.

L'aiguille doit être équilibrée

Les variations de l'inclinaison ou la diminution de l'aimantation peuvent déséquilibrer l'aiguille qui n'oscille plus dans un plan horizontal. Il est alors nécessaire de recharger l'une des pointes avec un peu de cire.

La monture et les pièces de l'instrument voisines de l'aiguille aimantée ne doivent pas contenir de fer.

Instructions sur la tenue des Documents et calque de points côtés

Carnets de repèrement

Ce carnet est destiné à fournir au topographe chargé de lever une minute tout les renseignements extraits des carnet de cheminement et de batîment dont il aura besoin pour se trouver sur le terrain et sur la minute et pour repérer sur les calques des points et de t. carnet de détail les points du canevas d'ensemble interessant cette minute.

Il y a donc pour chaque minute de levé un carnet de repèrement portant le même numéro que cette minute (chiffre romain) du même format que les carnets de détail et qui doit être emporté sur le terrain au cours des opérations du levé.

Le carnet de repèrement contient les indica opérations suivantes:

1º Sur la couverture

a) En tête les numéros de la feuille au $\frac{1}{50000}$ le numéro de la minute, l'année de l'opération et l'échelle du levé

b) Un graphique indiquant comme sur la carte d'ensemble la disposition de la minute par rapport aux voisines, les numéros de celles-ci ceux des cheminements qui les sépare enfin ceux des carnets qui contiennent les cheminement où les points de

balisement correspondant.

c) Au dos de la couverture la liste des points géodésiques situés sur la minute et dans son voisinage, avec l'indication de l'altitude de ceux qui ont été rattachés au canevas d'ensemble et des motifs du rejet de ceux qui n'ont pu être utilisés pour la préparation.

2° A l'intérieur du carnet

d) La liste des points de chaque cheminement avec leur désignation, leur altitude et leurs repérements par rapport aux objets du voisinage.

Chaque cheminement est séparé des voisins par un trait horizontal et désigné par son numéro et celui du carnet où il figure. Ex:

32 - VI

Chaque point du cheminement est désigné par son numéro dans le cheminement suivi de la page du carnet où se trouvent les calcul. Ex: 13-11

e) La liste des points de balisement situés dans la minute et dans le voisinage avec l'altitude du point de mire pour chacun d'eux.

Chaque point de balisement est désigné par une grande lettre la même que sur les feuilles de calcul suivit du numéro de balisement et de la page de ce carnet où se trouve le point.

Toutes ces inscriptions sont faites à l'encre rouge. Ex D $\frac{VII}{30}$

En face de chaque point de balisement est un croquis donnant les indications nécessaires pour le retrouver, (nature et forme de l'objet du signal ou de la balise son emplacement par rapport aux objets voisins, etc.)

Le carnet de repérement est envoyé au service géographique avec la minute correspondante.

Minutes du levé

Les minutes du levé doivent porter outre le dessin de la planimétrie et du figuré du terrain exécuté conformément au tableau commenté des signes conventionnels les points géodésiques et tous les points cotés déterminés au cours de la préparation et du lever proprement dit (y compris les points extérieurs aux limites du travail qui peuvent être utiliser pour celui-ci)

Les points sont piqués à l'aiguille.
Toutes les altitudes sont inscrites au crayon noir à coté des points correspondant et à l'extérieur du levé.
les signes distinctifs (ronds, losanges, ou triangles caractéristiques) ainsi que les lettres et numéro donnant la désignation et le repérement des points du canevas d'ensemble sont tracés au crayon noir au moment de la préparation de la minute.

Ces lettres et numéros sont inscrits à gauche des points.

Toutes ces indications au crayon lors de la mise à l'encre de la minute, la minute reçoit à l'extérieur du dessin les inscriptions néces-saires pour la repérer avec les minutes voisines. Elles y sont imprimées au composteur par l'officier chargé de la préparation de cette minute, et sont complétés ensuite par le topographe à la fin des opérations ; les numéros des minutes limitrophes sont, en outre imprimées à 2 ou 3cm en dehors du dessin.

Enfin le cadrillage bleu (carreaux modules) (méridiens et parallèles) est tracé et numéroté par le préparateur sur la minute avant le report des points du canevas.

Carnets de détail

Ces carnets reçoivent sur le terrain même l'inregistrement au crayon des visées et le calcul des altitudes.

Ils doivent être tenus avec beaucoup de soin et de clarté, de manière que les recherches y soient faciles. La désignation des points, les lectures de distance et de pente et les altitudes compensées sont mises à l'encre tous les soirs. Le reste des inscriptions peut-être laissé au crayon.

Chaque carnet est repéré, sur la couverture, par les numéros de la feuille au $\frac{1}{50000}$ celui de la minute à laquelle il se rapporte (chiffres romains) et le numéro du carnet de cette minute (chiffres romains). Un même carnet ne correspond qu'à une seule minute mais à chaque minute peuvent correspondre plusieurs carnets; la couverture du carnet porte encore l'échelle du levé l'indication de la brigade ou groupe, le nom de l'opérateur et les dates du commencement et de la fin des opérations dans le carnet.

Les procédés employés pour les levés aux grandes échelles sont le cheminement et le relèvement combinés tous deux avec le rayonnement et parfois avec l'intersection.

Le cheminement est employé de préférence le long des voies de communication et dans les terrains de parcours facile; le relèvement dans les terrains de parcours difficiles en dehors des grandes lignes de planimétrie pour la représentation du figuré du terrain le cheminement des courbes (filage) est avantageux dans les terrains à formes molles et indécises c'est-à-dire en plaine, sur les plateaux, dans les vallées, le long de la crête et du pied des versants le relèvement, au contraire, est le procédé nor

mal de levé de terrains accidentés et doit alors être employé sur les lignes de faite, les contreforts et les versants.

Le cheminement est d'un emploi plus fréquent au $\frac{1}{10000}$ qu'au $\frac{1}{20000}$, parce que les levés s'exécutent généralement au $\frac{1}{10000}$ en terrain moins accidentés et que la grandeur de l'échelle permet d'espacer d'avantage les points de cheminement sur le papier. Le relèvement au contraire, est surtout avantageux à l'échelle du $\frac{1}{20000}$, où l'on opère le plus souvent en terrain montagneux, et où la réduction de l'échelle favorise la précision de l'intersection des visées.

à l'une comme à l'autre échelle les 2 procédés trouvent leur application. c'est une question de dosage. Les opérateurs doivent donc éviter de se confiner par habitude dans un procédé unique (cheminement ou relèvement) et s'exercer à appliquer chaque procédé au cas particulier auquel il convient, le rayonnement est le complément indispensable du cheminement et du relèvement pour le lever de détail, il permet d'étendre le levé de part et d'autre de l'itinéraire suivi dans la limite de précision de l'instrument et de la visibilité du terrain. Son emploi est donc favorable à la précision et à la rapidité des opérations l'emploi de l'intersection est moins fréquente et moins avantageuse, parce qu'il peut entrainer à dessiner le terrain à des distances trop grandes.

Cependant, s'il existe des objets bien visibles en dehors de la zone où le rayonnement est possible, mais dans un rayon de quelques centaines de mètres il peut y avoir avantage à les intercepter. Ce procédé peut d'ailleurs s'employer pour remplacer le rayonnement en terrain de parcours difficile.

Les cheminements et les relèvements exécutés dans une même journée d'opération

sont inscrits dans le carnet à la suite les uns des autres. Chacun d'eux est séparé par un trait des cheminements ou relèvement voisin.

En tête des opérations de chaque journée on inscrit la date de cette journée en tête de chaque cheminement de détail on inscrit son numéro d'ordre dans la minute (chiffres arabes) et l'indication de ces points d'appuit comme il a été dit. Les points de chaque cheminement portent un numéro d'ordre dans le cheminement. Pour ceux de ces points qui se trouvent sur une courbe filée, ce numéro est précédé de la lettre C (Cε, C4). On indique, par un croquis s'il y a lieu dans la colonne repèrement, la position de chaque point de cheminement par rapport aux objets voisins.

En tête de chaque station de relèvement on écrit le mot "relèvement". Les visées relatives à la détermination de la station sont groupées à la suite l'une de l'autre ; le point de station est désigné par une petite lettre accompagné du carreau module dans lequel il se trouve sur la minute (b $\frac{1}{6}$) Les visées d'intersection et de relèvement sont inscrites sur le carnet à la suite de celle des stations de cheminement ou de relèvement où elles ont été faites.

Si la station est un point du canevas d'ensemble dont les éléments ne figurent pas sur le carnet de détail on écrit sa désignation au milieu de la page et en tête du groupe de visées et de rayonnement et d'intersection faites de cette station.

Les points d'intersection sont désignés sur le carnet, comme les points de relèvement, par une petite lettre accompagnée de l'indication du carreau de la minute dans lequel se trouve le point.

On ne doit pas employer 2 fois la même lettre

dans le même carreau module ni sur la même page du carnet.

En face de chaque visée d'intersection, on dessine dans la colonne réfèrement le croquis de l'objet visé, on désigne cet objet et on indique les pages du carnet où se trouve les autres visées sur le même point d'intersection.

Les points de rayonnement sont désignés sur le carnet, par la lettre J accompagnés d'un numéro d'ordre dont la série recommence pour chaque station (J-1. J-2)

Les calculs d'altitude sont inscrits, pour chaque visée sur la même ligne que les données. ils sont faits sur le terrain même, à l'aide de la règle à calcul, et dès que les points sont déterminés. On emploi, pour les cheminements, les distances mesurées au jalon-mire suivant la pente avec le sinus de l'angle pour les visées d'intersection et de refèvement, les distances horizontales mesurées sur le papier au double décim. avec la tangente de l'angle de pente.

Après les calculs, les altitudes sont compensées: pour les points de cheminement, pour la répartition de l'écart de fermeture; pour les points d'intersection ou de relèvement en prenant la moyenne des résultats partiels obtenues pour les diverses visées qui ont servies à déterminer le point

Pendant les levés de détail on ne doit jamais oublier l'inscription sur le carnet des lettres et numéros qui désignent les points, ni l'indication de la nature des visées (d ou i) ni la correction des angles de pente de la valeur de l'erreur de colimation (qu'il est facile de vérifier au cours des cheminements successifs exécutés au cours de la journée.

On ne doit jamais recommencer les carnets de détail qui doivent être transmis en original au service géographique en même temps que les minutes correspondantes.

Calques des points cotés

Ce calque est le répertoire de tous les points cotés de la minute et même des points extérieurs qui peuvent être utilisés pour le levé c'est donc un document de 1re importance qui doit être constamment tenu à jour et établi avec le plus grand soin. Il porte les indications de repèrement extérieur au travail qui figure sur la minute.
Les points géodésiques y sont distingués par un triangle avec leur nom ou leur désignation le tout à l'encre bleu.

Les points de cheminement du canevas d'ensemble sont entourés d'un petit cercle de la couleur attribuée au cheminement sur la carte. Ils sont reliés entre eux par des traits de cette couleur pleins pour les cheminements qui bordent ces minutes pointillé pour ceux qui les traversent. On inscrit en même couleur le long de ces traits vers le milieu et si c'est nécessaire vers les extrémités de chaque cheminement son numéro dans la feuille (C.A) suivi du numéro du carnet qui renferme les calculs (C.R.) Ex. 34-VI. En outre, un point au moins de chaque cheminement est accompagné, sur le calque du numéro de ce point dans le cheminement suivi de la page du carnet où il se trouve (chiffres A.) Ex. 13-11.

Les points de balisement sont entourés, sur le calque, par un losange et désigné par une lettre (la même que sur le fascicule) suivie du numéro du carnet de balisement (c. R) et de la page de ce carnet (chiffres A) où se trouve le point, le tout à l'encre rouge. Ex B $\frac{VII}{15}$ ◊

D'une manière générale on désigne sur le calque par un des moyens indiqués ci dessus tous les points de départ et d'arrivée des cheminements du canevas d'ensemble même s'ils sont situés

dans une autre feuille. Tous les points de détail sont figurés sur le calque par un simple point noir. Tous les points de cheminement de détail sont reliés entre eux par des traits noirs, pleins pour les cheminements ordinaires, pointillés pour les cheminements de courbe ces traits s'arrêtent à un mm. des points.

Les repèrements et la désignation des cheminements de détail et des points de ces cheminements sur le calque se font comme il a été dit ci-dessus à propos des cheminements du canevas d'ensemble, mais à l'encre noire.

Ex (15-11) (4-8)

Les points d'appuis sont indiqués de la même manière.

Les points de détails déterminés par relèvement ou intersections sont désignés sur le calque par une petite lettre (la même que sur le carnet) inscrite à l'encre noire et suivie des numéro du carnet (C.R) et de la page de ce carnet (C.A) où se trouve les calculs du point. Ex d $\frac{IV}{12}$ Les points de rayonnements sont réunis par des traits noirs pleins pour les points ordinaire, pointillé pour les points de courbe) au point de station d'où ils ont été déterminés et portent en outre, le même numéro d'ordre que sur le carnet, si la station appartient au canevas d'ensemble, l'un au moins de ces points de rayonnement doit porter sur le calque au lieu de son numéro d'ordre, comme il vient d'être dit, les numéros du carnet de détail (C.R). et de la page de ce carnet (C.A) où se trouvent les calculs.

Les indications de repèrement (lettres ou numéros désignant les points, numéros des carnets etc) sont toujours mises autant que possible à coté et à gauche du point.

L'altitude, au contraire est inscrite à coté et à droite du point, à l'encre rouge pour la côte du point de mire, à l'encre noire pour la côte du sol qu'il s'agisse de point du canevas d'ensemble ou du canevas de détail.

Comme il a été dit plus haut on n'écrit pas sur le calque les indications de repérement de tous les points. Les traits qui individualise les cheminements et rattachent les rayonnement à leurs points d'origine permettent de décharger le calque d'une partie de ses inscriptions de plus ces traits combinés avec les points cotés fournissent l'expression graphique de la topométrie du levé.

De même, et bien qu'en principe toutes les côtes d'altitudes doivent figurer sur le calque on peut, si c'est nécessaire pour ne pas surcharger ce document et éviter des confusions se dispenser d'y inscrire certaines côtes d'importance secondaire, mais à la condition expresse que les points correspondant y soient nettement marqués et qu'il soit facile d'en retrouver les altitudes sur les carnets au moyen des indications des repérements définis ci-dessus.

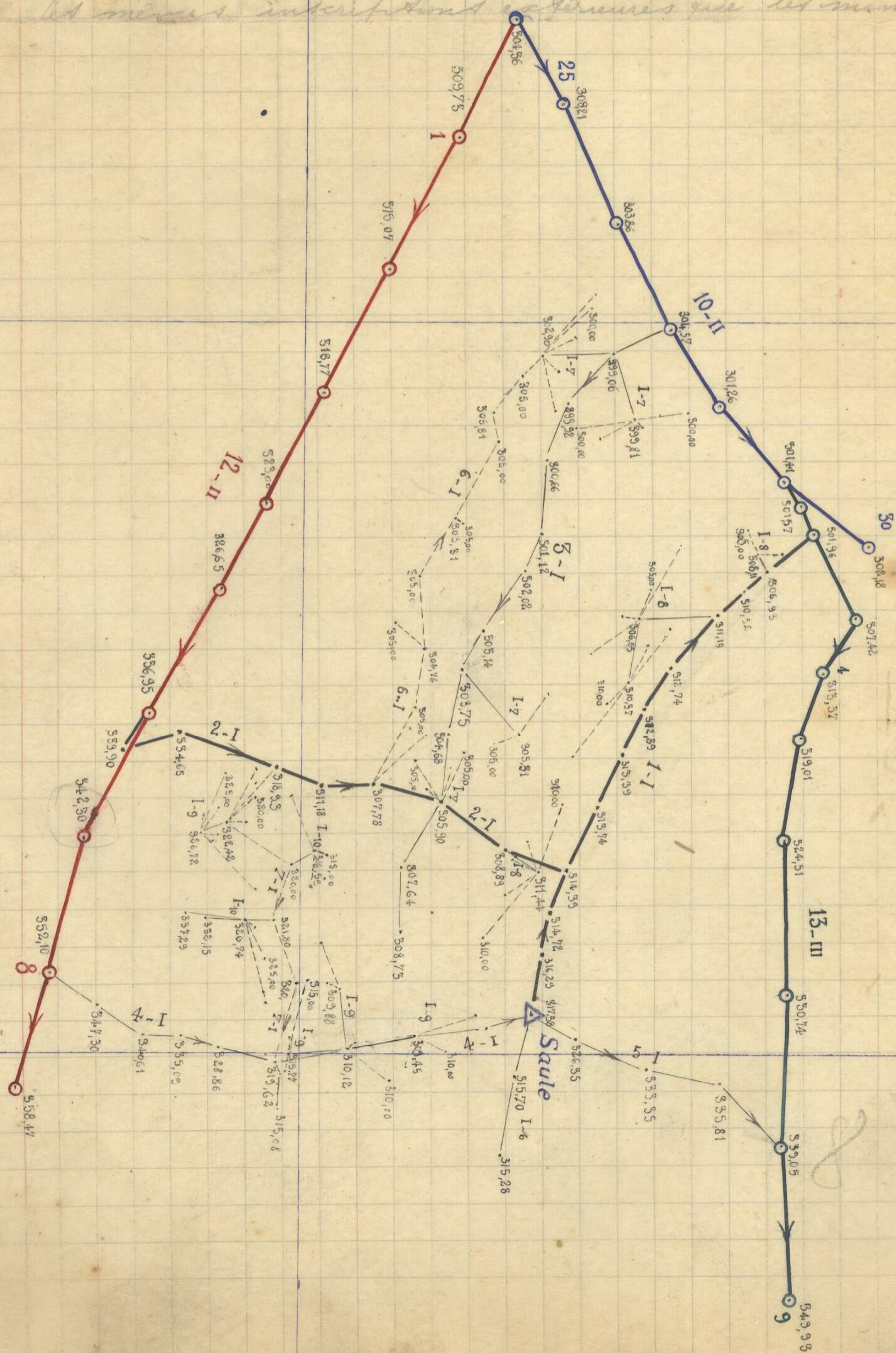
Toutefois, les altitudes des points importants de la planimétrie ou caractéristique du figuré du terrain et en général toutes celles qui doivent être portées sur les éditions au $\frac{1}{10000}$ ou au $\frac{1}{20000}$ doivent toujours être inscrites sur le calque et les points géodésiques et ceux du canevas d'ensemble sont portés à l'encre sur le calque par le topographe avant le commencement du levé, d'après les inscriptions faites sur la minute et sur le carnet de repérement.

Les points de détail y sont reportés à l'encre journellement, d'après la minute, le carnet de détail et le calque provisoire emporté sur le terrain (instruction du 2 Juillet 1910)

Les calques des points côtés sont envoyés au service géographique à la fin de chaque campagne de levé, en même temps que les minutes correspondantes.

Autres calques.

Tous les autres calques portent également les mêmes inscriptions extérieures que les minutes



Autres calques.

Tous les autres calques portent également les mêmes inscriptions extérieures que les minutes.

22,10
8
228,74

Les formes du terrain et leur représentation

Il est indispensable au topographe de posséder des connaissances générales sur les formes du terrain.

La surface du sol est modelée suivant des lois dont la connaissance facilite beaucoup le travail de l'opérateur.

La terre gazeuse à l'origine, s'est peu à peu condensée passant à l'état liquide puis à l'état pâteux; enfin la surface s'est solidifiée c'est le sol que nous foulons.

Sous le mince enduit des terres arable l'écorce terrestre est formée de roches stratifiées. (c'est-à-dire disposées en couches parallèles d'inclinaison variable) et de roches massives dépourvues de toute stratification.

Plissements d'origine interne

Le noyau de la terre en se refroidissant s'est contracté: par suite la couche solide formant écorce a dû pour se mouler sur son contenu se plisser. C'est à cette cause interne qui se continue encore de nos jours que sont dues les formes générales du sol.

Érosion.

C'est l'action destructive à laquelle est

soumise la surface continentale.

Les principaux agents sont : la chaleur solaire, le gel, dégel ; les actions chimiques de l'air et de l'eau, la mer le vent et surtout l'eau de pluie

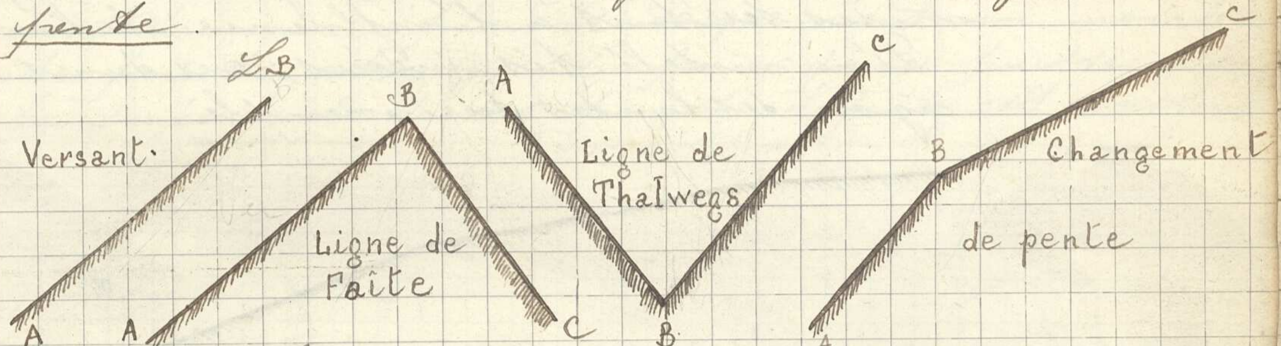
Les règles de formation des plissements d'origine interne qui crée le modelé d'ensemble ne sont guère accessible, il n'en est pas de même de celle de l'érosion qui peuvent être observés

Lois de l'érosion.

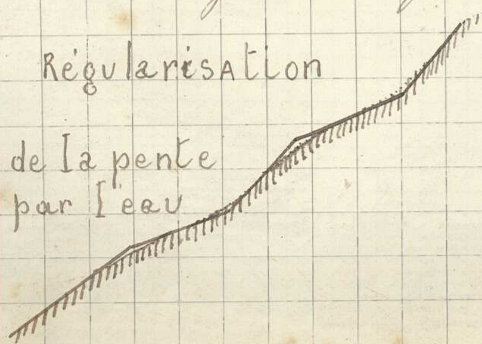
On appelle surface structurale, la surface du sol telles qu'elles résulte du seul fait des plissements d'origine interne et surface topographique la surface actuelle c'est à dire la surface structurale modifiée par l'érosion

Un versan est une surface en pente. l'intersection de 2 versants donne lieu : soit à une ligne de faîte qui est une ligne de partage des eaux soit à une ligne de thalwegs qui est une ligne de reunion des eaux.

Soit à une ligne de changement de pente.



Tout thalwegs se jette dans un autre thalwegs. toute ligne de faîte se rattache à une autre ligne de faîte.



Les lignes de thalwegs et les lignes de faîte encadre complètement le terrain.

Partout où la pente d'un cours d'eau présente des discontinuités, le jeu naturel du rabotement dans les rapides et de l'alluvionnement dans les biefs plus tranquilles

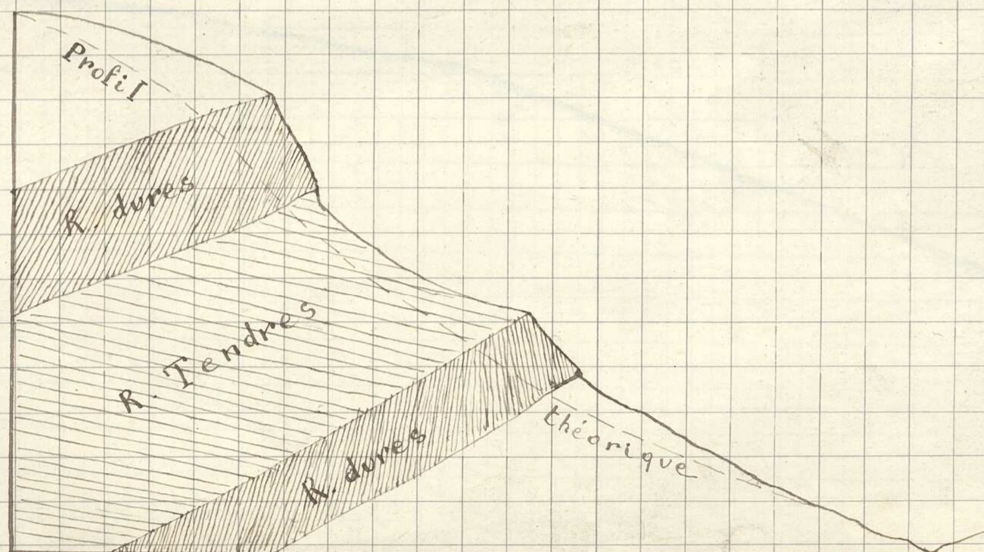
tend à régulariser la courbe du profil en en faisant peu à peu disparaître les ressauts et à établir ainsi la continuité des pentes.

Tout terrain peut-être considéré comme uniquement composé de versants se raccordant 2 à 2, en bas sur les lignes de thalwegs en haut sur les lignes de faîte. Le modelé est régulier quand le terrain est homogène.

Le modelé est irrégulier quand la dureté et la disposition des roches qui constituent le terrain ne sont pas semblables et accusent des changements plus ou moins grands.

On peut aussi rencontrer des modelés spéciaux dûs: à la perméabilité du sol qui empêche le ruissellement, à l'action volcanique, l'érosion s'exerçant difficilement sur les laves (d'où terrain à cuvette)

A l'action des glaciers anciens (terrain à cuvette. – réseau hydrographique mal défini. au manque de pluies (région désertiques soumises surtout à l'influence éolienne (vent) D'où modelé très indécis, aux dunes de sables. – région des landes par exemple.



Représentation des formes du terrain

Procédés employés

Le procédé de représentation employé doit réunir les conditions suivantes :

1° Permettre de trouver l'altitude au moins approximative d'un point quelconque du plan ;

2° Exprimer les pentes ;

3 Faire ressortir les formes du terrain d'une manière aussi expressive que possible.

Procédé des points cotés.

Le mode le plus simple consistera à déterminer planimétriquement un nombre de points assez grand pour qu'on puisse admettre qu'entre 2 de ces points la pente est constante.

Les 2 premières conditions seront alors remplie, mais la troisième ne le sera pas du tout. Dès que le terrain sera un peu accidenté, sa surface ne pourra être déterminée que par un nombre considérable de points cotés, qui surchargeront la carte et qui ne permettrons pas de dicerner facilement les formes générales du terrain.

Procédé des courbes hypsométriques

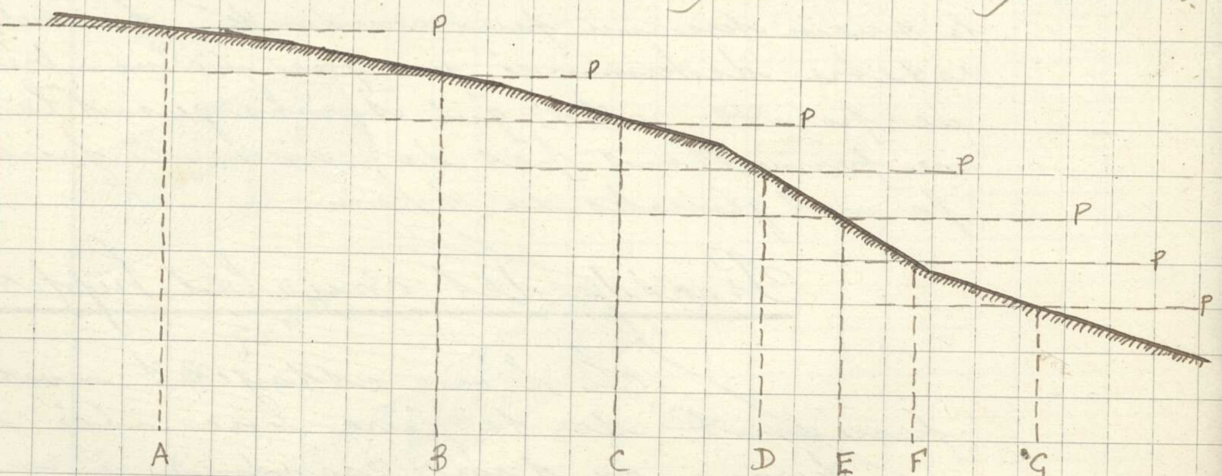
Si l'on essayerait avec le mode précédant de se faire une idée de la forme du terrain, on serait conduit à rechercher les points de même côte de façon a voir parties qui sont de niveau et celles qui sont

plus ou moins élevé ce travail serait très long et très laborieux la dificultée a étée tournée de la manière la plus heureuse en reunissant tous les points de même côte par des courbes de niveau. Il en résulte une grande simplification puisque chacune de ces courbes est définies par une seule côte et une représentation des formes du terrain qui parle aux yeux

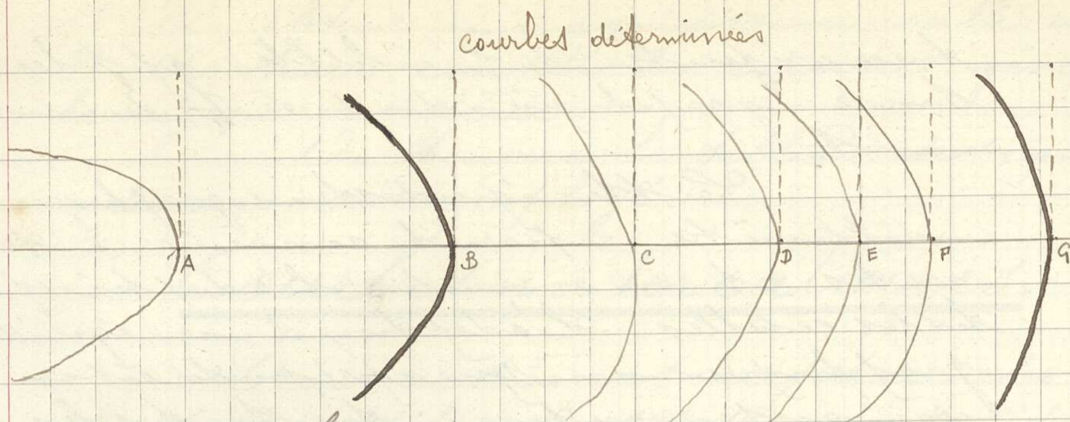
Equidistance

Mais pour que le résultat soit pleinement atteint il faut que ces courbes différentes représentent des altitudes régulièrement espacées car leur écartement sur le plan permettra alors d'apprécier la pente du terrain

Il faut en d'autres termes, que ces courbes soient des sections horizontales du terrain par des par de plans horizontaux et équidistants P, P', P''. On recherchera donc sur le terrain ces sections horizontales par des procedés que nous verrons plus loin et on les determinera planimétriquement



Profil du terrain et coupé par des plans horizontaux et équidistants et détermination des points de courbe A, B etc.



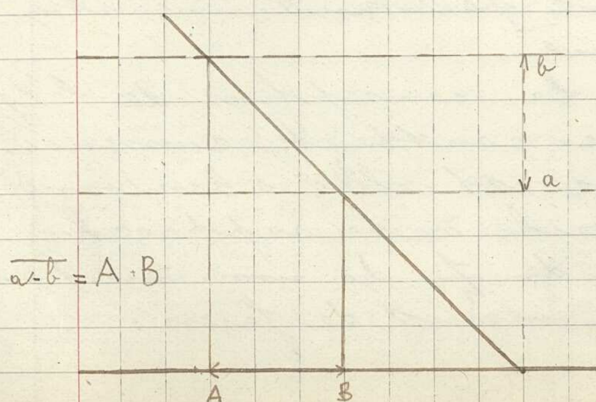
Le terrain sera déterminé avec d'autant plus de précision que l'équidistance des sections sera plus faible. Cette équidistance dépendra donc surtout de la précision recherchée.

Elle ne devra cependant pas être trop faible, car cela conduirait à un nombre de courbes trop grand, demandant trop de temps pour leur détermination et surchargeant le dessin.

Equidistance graphique.

En tout cas, l'équidistance a une limite inférieure, imposée par la condition de l'écartement des courbes sur le plan qui ne devra jamais être inférieur à $\frac{1}{4}$ de mm., sans quoi on ne pourra pas pratiquement tracer 2 courbes voisines. Si l'on admet que la pente maxima qui puisse se présenter est celle d'une droite AB inclinée de 50G sur l'horizon,

On voit sur la figure que dans ce cas limite, l'écartement des courbes est égale à l'équidistance des plan P et P'; si l'on veut donc que l'écartement minima correspondant à cette pente maxima soit de $\frac{1}{4}$ de mm sur le plan, il faut que l'équidis-



tance réduite à l'échelle appelée équidistance graphique soit de $\frac{1}{4}$ de mm également.

Cette équidistance graphique de $\frac{1}{4}$ de millimètre a paru convenir à toutes les cartes et on a voulu l'adopter pour toutes les échelles. L'adoption d'une équidistance graphique unique présenterait en effet un gros avantage ; sur toutes les cartes, à toutes les échelles, les mêmes pentes seraient représentées par le même écartement de courbe, et lorsque l'œil y serait familiarisé, il apprécierait immédiatement la pente.

Mais cette solution séduisante présente des inconvenients. Tout d'abord, elle conduirai pour certaines échelles courante à une équidistance peu commode, ainsi pour le $\frac{1}{50000}$ l'équidistance graphique de $\frac{1}{4}$ de mm. conduirai à une équidistance réelle de 12^{m},50, nombre incommode puis dans certains cas extrême par exemple le cas d'une région montagneuse où au contraire le cas d'une région peu accidentée la même équidistance donnerai dans le premier exemple, une abondance inutile de courbes et, dans le 2eme exemple un nombre de courbes insuffisant pour pouvoir représenter certains détails peu importants, en valeur absolue mais ayant pourtant une assez grande valeur relative.

Aussi la conception de l'équidistance graphique constante convenant à toutes les échelles, est-elle abandonnée aujourd'hui on cherche à se rapprocher de cette équidistance de $\frac{1}{4}$ de mm. mais on la modifie plus ou moins de façon :

1° A obtenir une équidistance réelle commode;
2° A tenir compte du caractère général de la région considérée.

On trouvera le tableau des équidistances ordinairement employé.

Courbes intercalaires.

Dans certain cas exceptionnels lorsque le topographe constate que les détails qu'il juge important malgré leur dimention relativement faible échappe à la représentation par les courbes à l'équidistance adoptée, il fait usage de courbes intercalaires, réduisant de moitié l'équidistance, limitée aux mouvements de terrain envisagés et dessinés en trait interrompu.

Courbes maîtresses.

Les courbes étant dessinées d'un trait plus fin que les détails de planimétrie qu'elle ne doivent jamais cacher.

Toutefois, afin de permettre à l'œil de mieux suivre les formes du terrain on renforce le trait de l'une d'entre elle appelée <u>courbe maîtresse</u>
toutes les 4 ou 5 courbes.

Avantages des courbes de niveau

Ce mode de représentation remplit les 3 conditions énoncées plus haut; en effet, si l'équidistance est bien choisie, la pente entre 2 courbes peut-être considérée comme constante. Dès lors:

1° La pente P en un point C quelconque, sera donnée par la relation :

$$P = \frac{e}{m}$$

e étant l'équidistance graphique, et m. l'écartement des 2 courbes.

qui encadrent le point, écartement compté suivant la ligne de plus grande pente, c'est-à-dire suivant la perpendiculaire aux courbes de niveau;

2º L'altitude de ce point résultera d'un calcul ou d'une construction graphique très simple, basée sur les éléments de la figure

3º Enfin la relation donnée plus haut montre que la pente est d'autant plus forte que les courbes sont plus rapprochées; on saisira donc très rapidement la valeur relative des pentes; de plus les différents mouvements élémentaires du sol sont représentés par un dessin très caractéristique pour chacun deux et que nous examinerons plus loin l'interprétation du terrain sera donc très facile. Dans les terrains assez accidentés, les courbes seront suffisamment serrées pour créer par des oppositions d'ombre et de lumière une représentation à l'effet qui parlera aux yeux d'une manière saisissante.

Remarques.

Il ne faut pas toujours attribuer aux courbes une précision absolue sauf dans les levés de grande précision où de nombreux points de chaque courbe ont été déterminés rigoureusement, les courbes ont seulement la valeur d'un dessin à vue appuyé sur les points précis obtenus par des déterminations mathématiques; plus ces points seront nombreux, plus la précision du terrain à vue augmentera

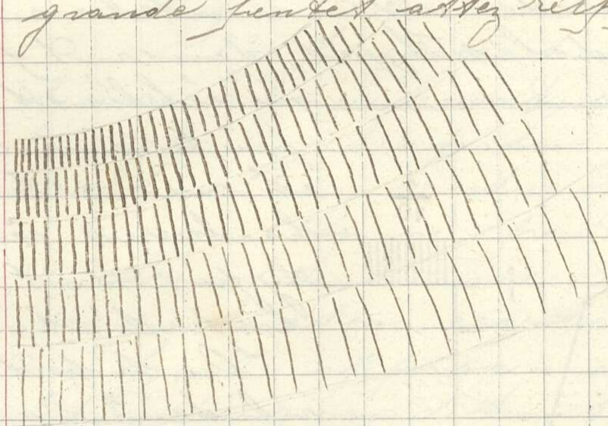
Hachures Description

La sensation du relief donnée par les courbes dans les terrains assez accidentés peut être obtenue avec plus d'intensité et dans tous

les terrains par un procédé moins rigoureux mais plus artistique, le procédé des hachures.

Au lieu de définir le terrain par des sections horizontales, on peut le définir au moyen de ses lignes de plus grande pente lignes qui, comme nous le savons, sont perpendiculaires aux courbes de niveau.

Supposons qu'entre 2 courbes de niveau consécutives on trace un certain nombre de lignes de plus grande pentes assez rapprochées les unes des autres



et arrêtées à ces 2 courbes; on obtiendra ainsi des hachures et si l'on fait de même entre toutes les courbes de la carte (en évitant de tracer les hachures de niveau différent dans le prolongement les unes des autres). On aura, après avoir effacé les courbes, un nouveau mode de représentation.

En outre faisant varier l'épaisseur des hachures et leur écartement on pourra établir une gamme de ton allant du blanc au noir, chacun de ces tons représentant une pente donnée.

Pour établir une gamme de tons pratiques on a imaginé 2 procédés:

1° Un premier procédé mathématique, la loi du quart.

2° Un procédé expérimental, le diapason

Loi du quart

Les hachures doivent avoir une épaisseur constante et leur écartement d'axe en axe doit être égale au quart de leur longueur.

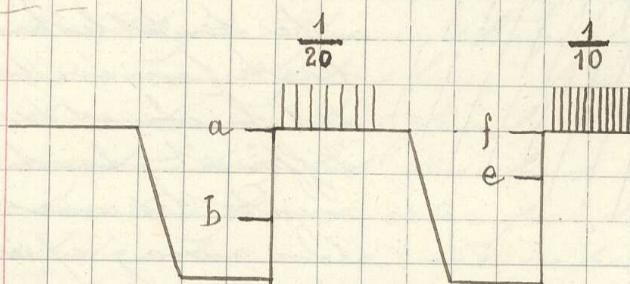
Cette loi a 2 inconvénients:

1° Elle fixe pas l'épaisseur de la hachure et par suite ne détermine pas rigoureusement le ton de chaque pente.

2° Si l'on part d'une épaisseur de hachure donnant une teinte convenable pour une pente moyenne elle donne des teintes trop pales en région plate pour accuser le terrain, trop foncée en région montagneuse

Diapasons.

Le procédé expérimental a été de créer des modèles types, donnant pour chaque échelle et chaque pente une épaisseur et un écartement des hachures ces modèles types sont appelés diapasons.



On se sert en général de 3 diapasons: L'un pour les pays de plaine, un autre pour les pays de modelé moyen, et un troisième pour les pays de montagne.

Avantage et inconvénient des hachures.

On voit que le procédé des hachures nécessite la détermination préalable du terrain par ses courbes de niveau. il s'ensuit que ce procédé si on l'applique strictement comme nous l'avons exposé présente tous les avantages du procédé des courbes (puisque on peut rétablir ces dernières et qu'en plus ils donnent une représentation plus expressive du relief.

Certaines cartes étrangères relativement récentes ont étées établies avec

cette rigueur et définisse par suite d'une façon parfaite les mouvements du sol, mais il n'en est pas de même en ce qui concerne la carte au $\frac{1}{80000}$ de France et cela pour 2 raisons.

Dans cette carte déjà ancienne, les courbes de niveau qui ont servies de base au tracer des hachures n'ont pas été déterminées avec une précision très grande, ni avec une équidistance constante.

2° Les graveurs ne se sont pas astreint à suivre rigoureusement, soit la loi du quart, soit la règle du diapason; ils ont cherchés surtout à obtenir un rendu très expressif du relief.

On ne peut donc pas avec cette carte obtenir une transformation rigoureuse des hachures en courbes; on ne le peut que d'une façon approximative et par suite, les 2 premières conditions énoncées plus haut ne sont remplies que d'une façon également approximative.

Le procédé des hachures présente malheureusement l'inconvénient de surcharger le dessin, surtout en région de montagnes. Cet inconvenient, peu sensible avec des épreuves tirées sur la planche de gravure elle-même à cause de la finesse des traits ainsi obtenus, devient très sensible avec des épreuves tirées avec les reports, à cause de l'empâtement des traits, jusqu'à rendre la carte difficilement lisible.

Aussi ce procédé est-il de moins en moins employé

Procédé des teintes hypsométriques.

On base sur les courbes (que l'on abandonne ensuite, comme dans le procé-

dé des hachures, l'établissement de teinte d'intensité constante suivant l'horizontale et d'intensité variable avec l'altitude, chaque degré de teinte caractérise donc un niveau et les niveaux différents du terrain ressortent très clairement. Ce procédé, de plus en plus employé, est surtout avantageux pour les petites échelles.

Procédé des courbes rehaussées d'estompage

On superpose aux courbes un estompage destiné à faire ressortir les différents mouvements de terrain, supposé éclairés en lumière oblique (lumière venant du N-O et inclinées à 50°)

Le résultat est surtout très apréciable en pays de montagne.

Mais au tirage industriel cet estompage perd de son cachet artistique, et cette teinte qui se superpose quelquefois à d'autres teintes, particulièrement au vert des forêts ou au violet des vignes donne un mélange assez disgracieux.

Procédé des courbes et des points cotés.

On détermine un assez grand nombre de points cotés, comme dans le 1er procédé, destinés à donner une définition mathématique du terrain et l'on y ajoute des courbes destinées à faire saisir à l'œil les formes générales.

Ce procédé est le plus complet il est employé dans les levés à grande échelle de terrain peu accidenté, quand on a besoin d'un nivellement très précis.

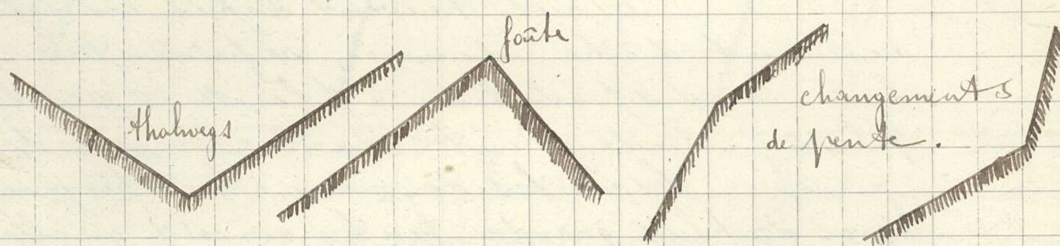
Etude et représentation des principaux éléments du relief

Lignes caractéristiques

Définitions.

Nous avons déjà dit que les lignes de thalwegs et les lignes de faîtes encadraient complètement les mouvements du sol et constituaient les éléments essentiels de l'étude du terrain par le topographe et aussi par l'étude de la carte par celui qui l'emploie. Nous avons défini ces lignes caractéristiques comme étant l'intersection de 2 versants disposés de telle façon que les unes soient des lignes de réunion des eaux et que les autres soient des lignes de partage des eaux.

La coupe en travers des lignes d'intersections donnent les 2 figures schématiques.



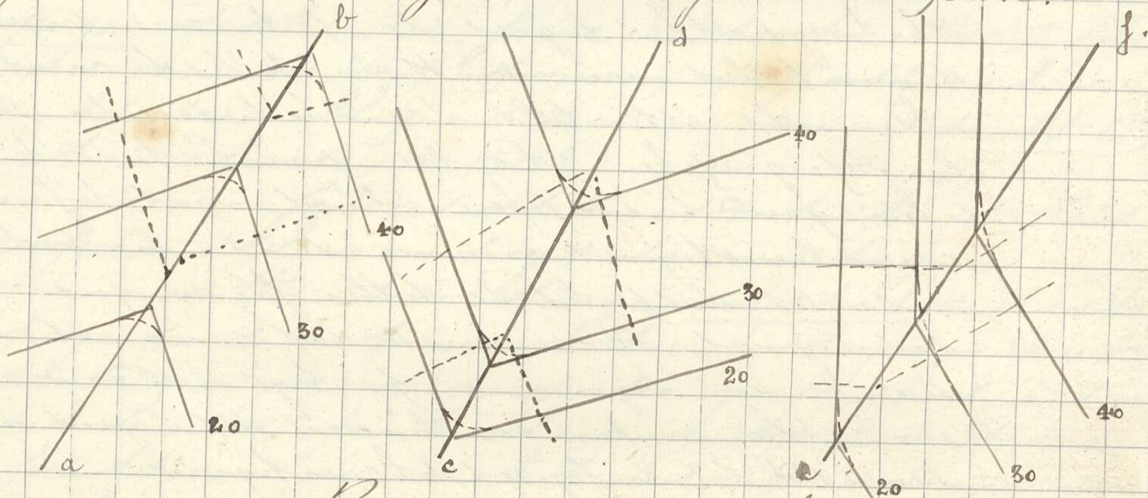
Mais 2 surfaces en pente peuvent aussi se couper sans qu'il y ait formation d'une ligne de réunion ou de partage des eaux; Il suffit pour s'en rendre compte de faire basculer les 2 figures précédente de façon a obtenir les nouvelles figures.

Les 2 lignes d'intersections s'appelle dans ce cas

des lignes de changement de pente.
Ces lignes de changement de pente sans avoir l'importance des lignes de thalwegs ou de faîte sont parfois très accusées et constituent aussi des lignes caractéristique que l'on doit rechercher sur le terrain et sur la carte.

Influence des lignes caractéristiques sur les courbes et les hachures.

Soit ab, cd, ef, la projection horizontale d'une ligne de thalwegs, d'une ligne de faîte et d'une ligne de changement de pente.



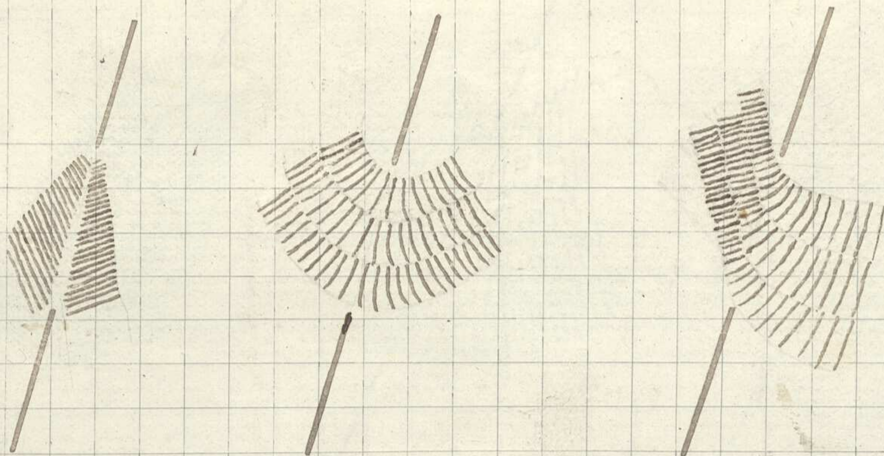
Nous pouvons d'après les définitions qui viennent d'être donnée, représentées par des flèches la disposition et le sens des lignes de plus grande pente dans chacun de ces cas.
Les courbes de niveau étant perpendiculaires aux lignes de plus grande pente, on voit qu'elles subissent au passage d'une ligne caractéristique un changement de direction plus ou moins accentué et un changement d'écartement. Mais les arêtes ne sont pas aiguës sur le terrain elles affectent le plus souvent la forme d'une surface cylindrique ou conique et les courbes horizontales d'abord parallèles sur une certaine étendue s'infléchissent pro-

gressivement et présentent une courbure de plus en plus prononcées jusqu'à leur passage sur la ligne caractéristique.

En général les crêtes sont peu émoussées suivant les thalwegs. Où la surface du sol est en creux beaucoup plus arrondie suivant les lignes de faîte et surtout les lignes de changement de pente où la surface du sol est en relief aussi la courbure des sections horizontale est elle ordinairement très accentué sur la ligne de thalwegs moins accentué sur la ligne de faîte et très atténué sur la ligne de changement de pente.

Ces différents caractères ressortent également avec les hachures qui ont la direction des lignes de plus grande pente et qui en général convergent nettement vers la ligne de thalwegs qu'elle rencontre angulairement, divergent progressivement de la ligne de faîte qu'elles quittent

2



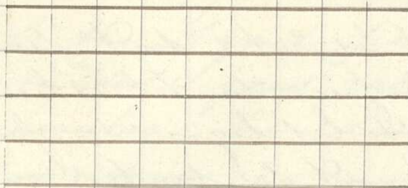
tangentiellement. (sauf le cas limite où la pente de cette ligne est nulle) et accusent d'une de changement de pente surtout par une variation de teintes.

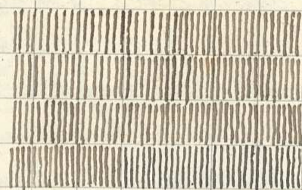
Mouvements élémentaires

Versant.

Le versant le plus simple est constitué par un plan incliné dont la représentation

en courbes et en hachures est donnée par la figure schématique suivante.

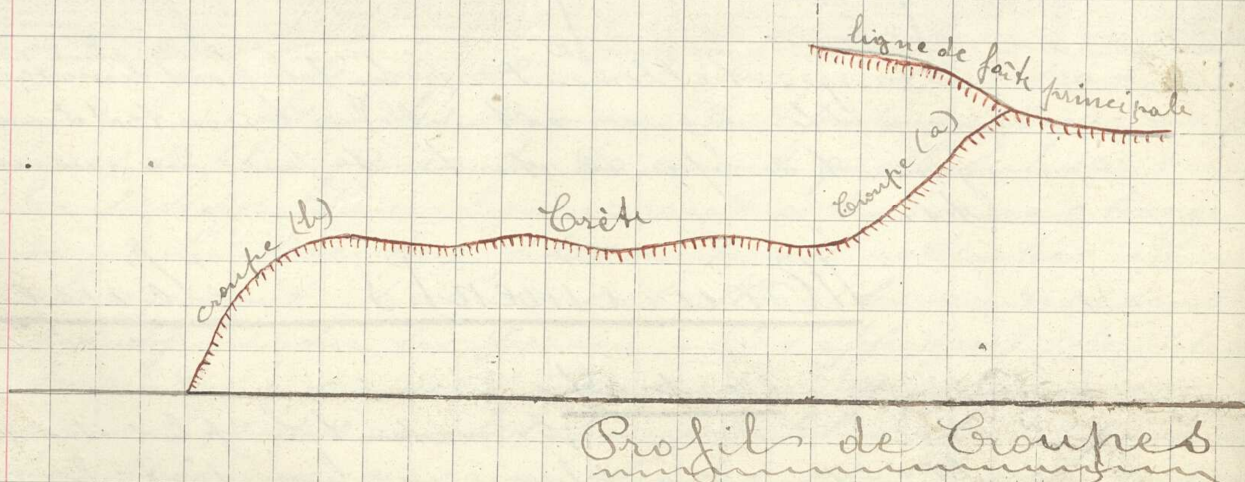




Un versant n'est plan que sur une petite étendue il est déformé soit par des accidents d'importance secondaire qui ne lui enlève pas son caractère Général de surface plane soit par une courbure progressive se produisant habituellement dans le sens des lignes de plus grande pente (profil convexo-concave) soit par une brisure plus ou moins accentuée se produisant suivant une ligne de changement de pente d'inclinaison généralement faible.

Croupe.

On appelle croupe le mouvement de terrain en relief formé par 2 versants se réunissant suivant une ligne de faîte inclinée dans le même sens. Sur toute sa longueur est à profil généralement convexe

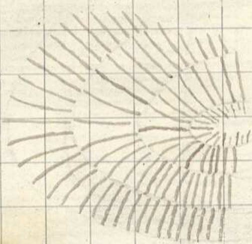


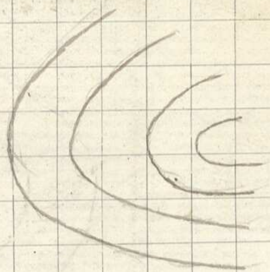
Profil de Croupes

Les 2 versants se coupent suivant une arête plus ou moins émoussée et la croupe est soit à faîte arrondi, soit à faîte aigu.

A l'aval la croupe s'arrête à un thalweg ou à un col.

A l'amont elle se rattache à une ligne de faîte principale, axe d'un mouvement de terrain plus important, soit directement (a) soit indirectement (b)



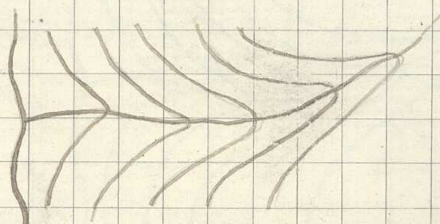


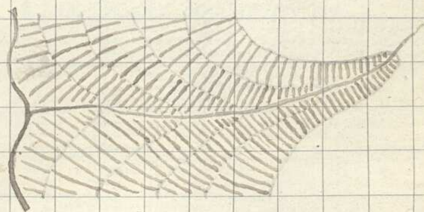
par une ligne de faîte à profil plus ou moins accidenté quelquefois appellé crête.

La représentation d'une croupe résulte immédiatement de ce que nous avons dit des lignes de faîte et des versants.

Vallée

La vallée est la dépression de terrain constitué par 2 versants, appelés quelquefois flanc, qui se réunissent suivant une ligne de thalweg.





La vallée est à fond raviné, à fond concave ou à fond plat suivant que les plans se coupent en formant un angle dièdre aigu ou se raccordent suivant une surface arondie ou plane.

La ligne de thalwegs d'une vallée élémentaire se rattache à l'aval, à la ligne de thalwegs d'une vallée plus importante, appelé quelquefois vallée principale ; à l'amont elle s'arrête à une ligne de faîte.

A l'inverse de ce qui existe pour une ligne de faîte, la pente d'une ligne de thalweg est toujours de même sens et en outre varie d'une façon continue de l'amont à l'aval suivant un profil concave.

Comparaison des croupes et des vallées.

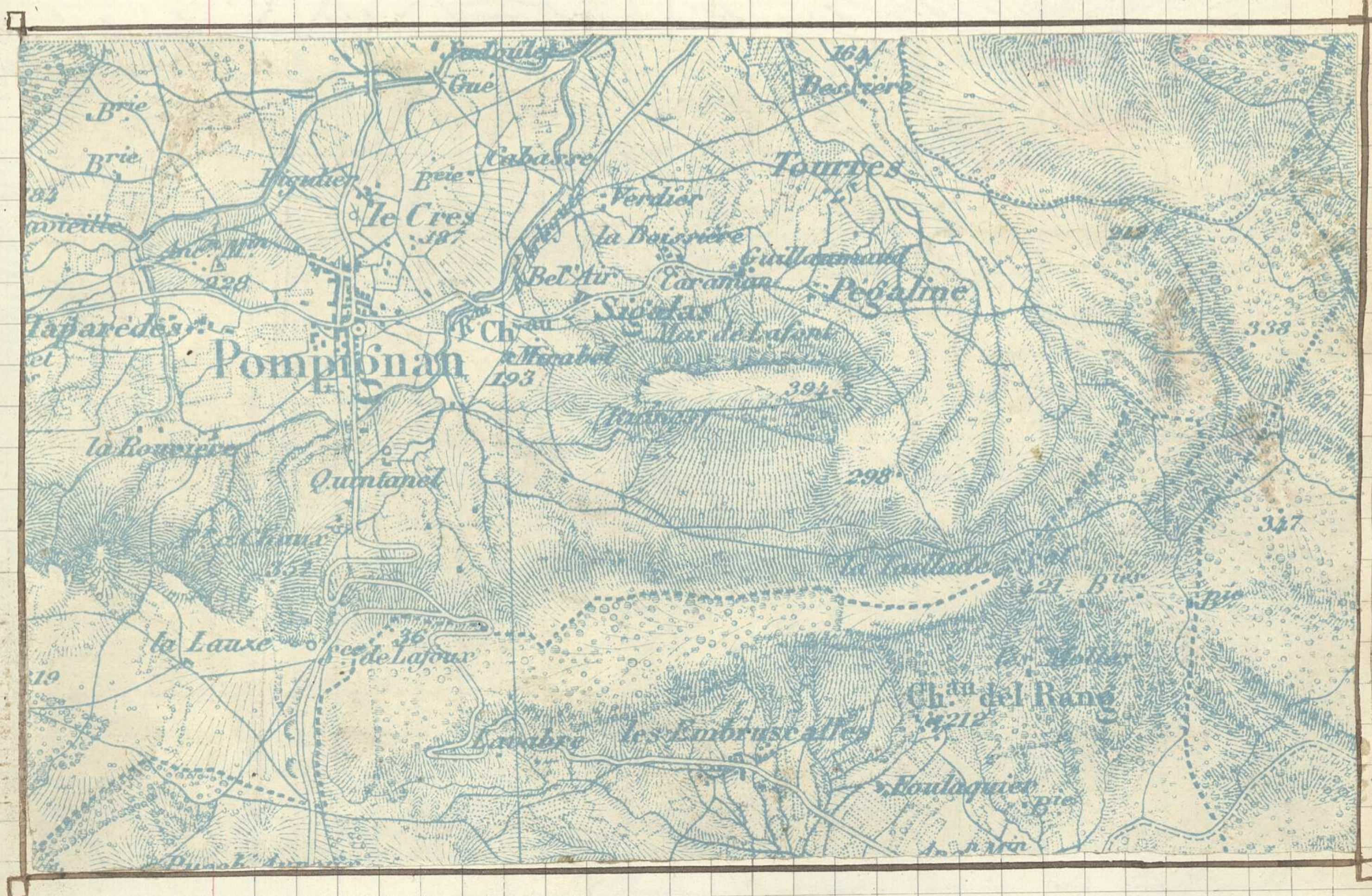
Il résulte de ce qui précède que théoriquement la vallée n'est autre chose qu'une croupe renversée ; dans la croupe, la côte de la courbe enveloppée est plus élevée que la côte de la courbe enveloppante, tandis que le contraire se produit dans la vallée. Il semble donc qu'il suffirait, sur une carte en courbe, de rapporter les côtes de ces courbes à un plan de comparaison situé au dessus du terrain, pour que les vallées deviennent des croupes et réciproquement. Il n'en est pourtant pas ainsi dans la réalité ; il suffit en effet de considérer avec attention une carte en courbe pour que sans tenir compte des côtes et des ruisseaux on puisse distinguer dans la plupart des cas les croupes des vallées, et de même avec plus de facilité encore les ligne de faîte des lignes de thalwegs. Ainsi que nous l'avons déjà dit les courbes sont en général à faible rayon de courbure

dans les thalwegs et à grand rayon sur les croupes en outre la pente varie d'une façon très régulière suivant un thalwegs (profil concave)

Moins régulière suivant une croupe (profil convexo-concave, très irrégulière suivant une crête.

Fragment de la carte

au $\frac{1}{50000^e}$ (Photographie de la carte au $\frac{1}{80000}$)



Enfin en cas d'incertitude on peut toujours se rapporter aux mouvements de terrain voisin qui peuvent être plus caractérisés, surtout aux vallées principales reconnaissables aux cours d'eau qui marque leur thalwegs.

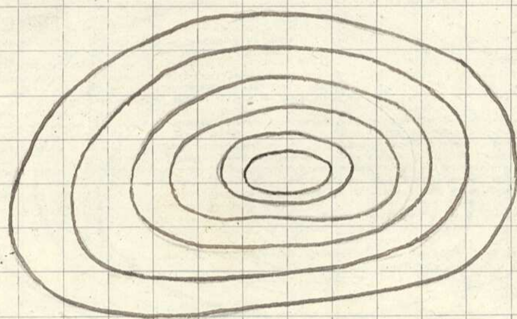
Les mêmes caractères resteraient également avec une carte en hachure. Nous avons déjà dit comment les hachures convergeaient vers les lignes de thalwegs et divergeaient des lignes de faîtes. En outre les croupes et les lignes de faîtes étant en général plus mollement façonnées que les vallées, leur axe est marqué par un blanc plus large et la teinte donnée par les hachures, d'abord très claires de part et d'autre de ce blanc augmente progressivement ; tandis que dans les vallées, le f blanc est ordinairement étroit et la transition entre ce f blanc et la teinte donnée par les hachures est très brusque.

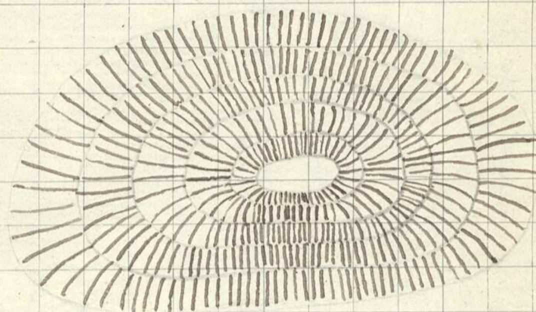
Enfin les variations de pentes accentuées qui n'existent jamais dans les lignes de thalwegs seront suivant marquée suivant les croupes et les lignes de faîte par des hachures formant des zones plus foncées

Mouvements composés

Mamelon.

Quand une ligne de faite ABC s'élève en B puis s'abaisse en C. Le point B le plus élevé de cette ligne est le centre d'un mouvement de terrain qui se nomme mamelon.





Le mamelon est donc un mouvement de terrain dont les versants s'abaissent de tous côtés à partir d'un sommet B ce sommet peut être en pic, en dome, en plateau ou en arrête.

Dans tous les cas il se représente par des courbes femées qui s'enveloppent de telle sorte que la cote de la courbe enveloppante est moins forte que celle de la courbe enveloppée.

Cuvette.

La cuvette est l'inverse du mamelon; sa représentation en courbe a la même apparence, mais ses courbes enveloppantes ont les côtes les plus élevées. Nous savons que ce mouvement de terrain est exceptionnel.

Col

Quand une ligne de faite A.B.C.D. s'abaisse en C, puis se relève en D le point C le plus bas de cette ligne est le centre d'un mouvement de terrain qui a la forme d'un entellement.

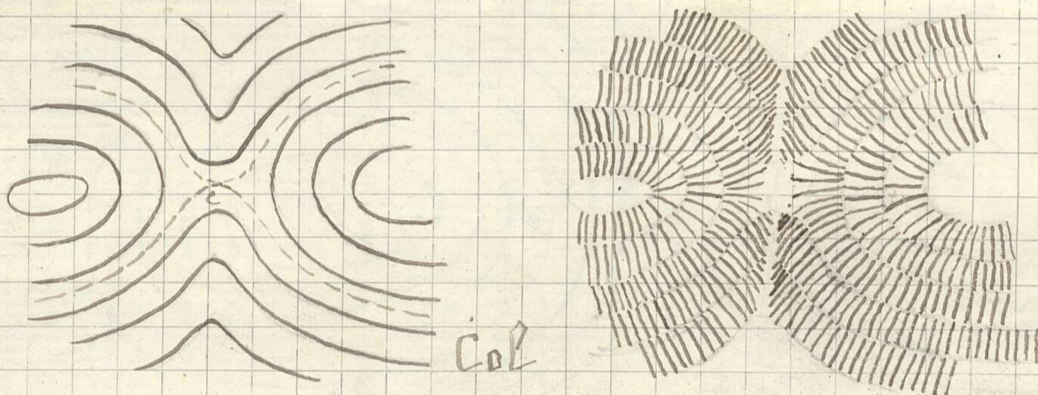
et qui se nomme col.

2 Vallées E, F, qui peuvent avoir une importance très différente, partent généralement de ce point et se forme sur les versants opposés.

La représentation d'un col est constitué par celle des éléments par celle des éléments qui le composent: savoir les 2 croupes se faisant face B.C et CD, et les 2 vallées opposées E.F. On obtient ainsi la représentation en courbes ou en hachure de la figure.

Remarque

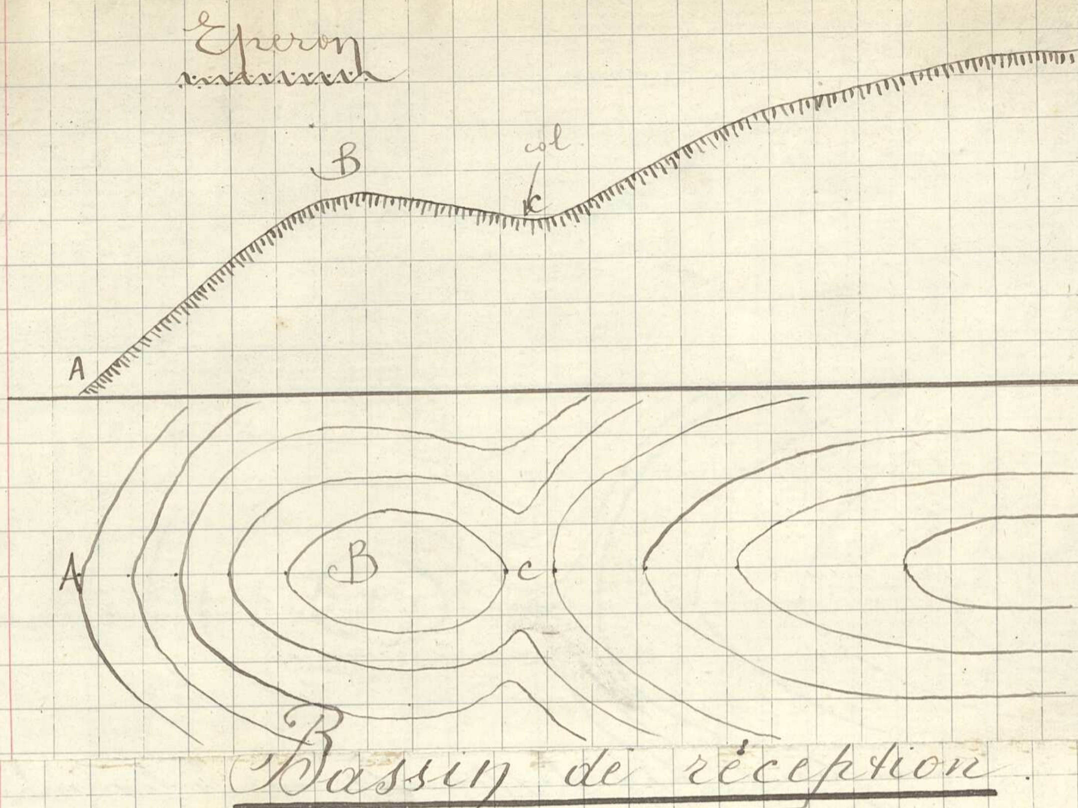
Le plan horizontal passant par le centre du col coupe le mouvement de terrain suivant 2 courbes de niveau G.C.H et I.C.K (courbes de croupe) ou HCK et GCI (Courbes de vallée)



Si la côte du point C était exactement une cote ronde correspondant à l'équidistance adoptée on aurait alors l'apparence de 2 courbes de niveau HCI et GCK qui se coupent

Éperon.

La partie terminale d'une ligne de faîte au lieu de descendre jusqu'aux thalwegs suivant une croupe à pente assez continue, se relève souvent et donne lieu à un mouvement de terrain d'importance secondaire, et qui se nomme éperon.



Bassin de réception

Lorsque plusieurs lignes de thalwegs convergent vers l'origine d'une vallée principale, l'ensemble du terrain qui les comprend se nomme bassin de réception. Le plus souvent les lignes de faîte qui séparait les lignes de thalwegs ont été très atténuées par l'action érosive des eaux et le bassin affecte alors la forme en entonnoir d'un demi cone renversé dont le sommet correspondant au point de convergence des lignes de thalwegs.

Cirque

Ces bassins des réception prennent quelquefois un caractère tout particulier : le haut de l'entonnoir, généralement rocheux, devient très abrupt prend la forme d'une surface troncônique à génératrices très inclinées, s'arrêtant en bas à une ligne de changement de pente à peu près circulaire, qui limite l'extrémité supérieure d'une surface conique à génératrices très peu inclinées, dont le sommet correspondante au point de convergence des thalwegs.

Le mouvement de terrain qui en résulte se nomme cirque.

Forme d'ensemble de la surface du sol

Description et nomenclature

La surface du sol, suivant l'importance des denivellations qu'elle présente, peu être divisée en pays de plaine, en pays de coline, et en pays de montagne. ayant des caractères très differents. mais les mouvements de terrain seront toujours constitués par les éléments que nous venons d'étudier. Bornons nous donc à une étude succinte et à une nomenclature rapide dont la connaissance permet un langage clair et concis

Plaines

Les plaines présentent une surface générale à peu près plane legérement inclinée et peu élevée au dessus du niveau de la mer; elles sont sillonnées de vallées peu profondes séparées par des indulations à pente douce, résultant d'un travail d'érosion à une phase de formation très avancée.

Le versant d'une ondulation allongée, derrière lequel une troupe peu se dissimuler se nomme rideau; la surface concave formée par une vallée peu profondes ou par un changement de pente assez accuté (tant que la ligne de changement de pente soit une ligne de réunion des eaux) s'appelle plis.

Les pays de plateaux différents des pays de plaine surtout par le fait que leur altitude est assez élevée.

Collines

Les collines sont des hauteurs allongées et plus ou moins sinueuses dont le relief varie entre 50 et 500 m. Leurs lignes de faîte principales s'élèvent et s'abaissent de façon à donner une succession de mamelon et de cols dont les pentes sont généralement douces. Les pays de colline présentent aussi des protubérances moins élevées qui se nomment buttes, tertres, mottes, ou monticules.

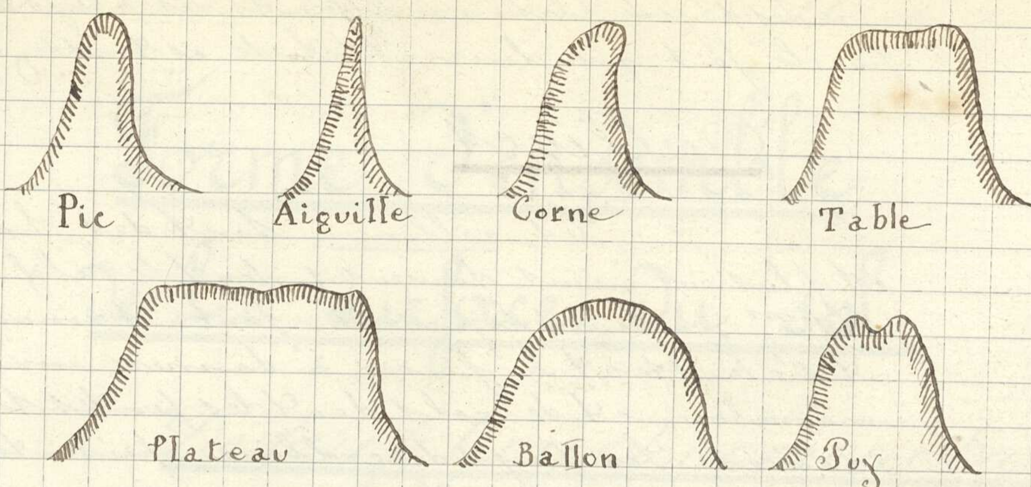
Les vallées y sont bien marquées, souvent assez étroites ; la pente du thalweg est assez faible ; aussi les courbes qui représentent les versants sont à peu près parallèles aux lignes de thalwegs sur une grande étendue et coupent ces lignes généralement sous un angle aigu.

Le modelé des pays de collines résulte d'un travail d'érosion à une phase assez avancée.

Montagnes.

Les montagnes sont des hauteurs dont le relief dépasse 500 mètres, elles se distinguent en basses montagnes de 500 à 1000 mètres, moyennes montagnes 1000 à 2000 m. et hautes montagnes au dessus de 2000 m.

Les montagnes constituent un massif quand leur largeur est à peu près la même que leur longueur ; elles forment des chaînes quand elles sont beaucoup plus longues que larges ; de ce massif ou de ces chaînes partent des chaînons et des contreforts dont le point d'attache s'appelle nœud. Le mont est une montagne importante ou simplement isolée, il porte toujours un nom particulier.



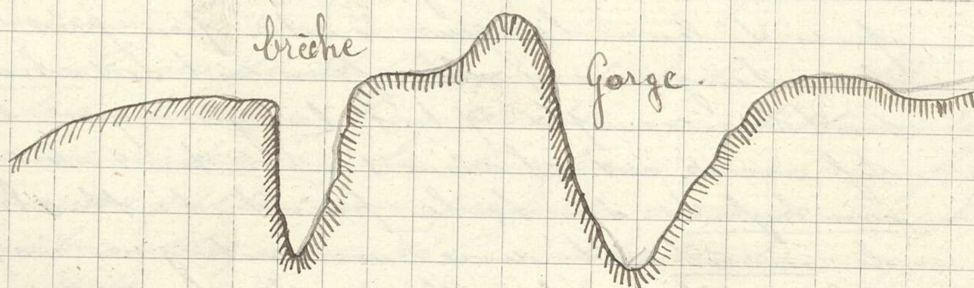
Les montagnes sont surmontées par des sommets qui se nomment pics, aiguille, corne, dent, table, plateau, ballon, dôme ou puif.

Ces sommets sont séparés par des cols qui, suivant les pays, prennent le noms de pas, passage, ports ou pertuis.

Une brèche est un col étroit et profond.

Un défilé est un passage resseré entre 2 escarpement; il est aussi profond qu'une brèche, mais présente ordinairement une plus grande longueur.

On nomme gorge une partie de vallée creuse et étroite formant couloir entre 2 flancs à pente très raide. le modelé d'un pays de montagne resulte d'un travail d'érosion à une phase peu avancée et encore très active.



Règles à observer dans le dessin du modelé

Généralités

La représentation des mouvements d'ensemble de la surface du sol sera obtenue par celle de tous les éléments qui les composent. Mais les figures en courbes ou en hachures que nous avons donné précédemment pour ces éléments (versants, croupes, vallée, mamelon, col etc) sont purement théorique ; tout en gardant les caractéristiques indiquées, elles varie à l'infini, chaque accident de terrain ayant son allure propre. D'autre part, il existe entre ces différents éléments des relations qui résultent des règles étudiées précédemment suivant lesquelles le terrain a été modelé par l'érosion: nous allons faire l'application de ces règles dans le dessin qui doit donner la représentation des mouvements d'ensemble de la surface du sol.

Nous commencerons par indiquer très succinctement la méthode générale à suivre dans le dessin du modelé, nous examinerons ensuite les règles à appliquer en terrain régulièrement modelé ; nous montrerons enfin par quelques exemples typiques les modifications amenées dans le dessin par les irrégularités du modelé. Mais ce que nous allons dire qui s'adresse directement à celui qui fait la carte s'adresse aussi indirectement à celui qui l'emploie et qui pour cela l'interprète, car l'interprétation d'une carte est l'opération inverse de son levé et demande la connaissance des mêmes règles.

Méthode générale

Les lignes de faîte et les lignes de thalwegs encadrant complètement le terrain, il faudra commencer par déterminer planimétriquement et dessiner ces lignes puis on dessinera de même les lignes de changement de pente qui donnent au terrain sont allure particulière en même temps on déterminera altimétriquement et planimétriquement un certain nombre de points bien choisis (points caractéristique) : sommets, col, point où change la pente, etc... situé sur ces lignes ; on obtiendra ainsi un cadre comprenant les lignes caractéristiques et un certain nombre de points côtés importants.

Il restera ensuite à dessiner les courbes de niveau en se guidant sur ce cadre, précis qui sera plus ou moins fourni suivant que le levé devra être plus ou moins précis et d'après la représentation mentale que l'on possède du terrain qu'on a parcouru et qu'on a encore sous les yeux. C'est dans ce dessin des courbes de niveau qu'interviennent les lois du modelé du terrain, étudié antérieurement et que nous allons traduire en règles pratiques.

Ce dessin est la partie la plus délicate de la topographie. Le perfectionnement dans cette voie dépend uniquement de la pratique et est quasi illimité.

La méthode que l'on suivra pour étudier sur la carte une certaine région plus ou moins étendue sera identiquement la même.

On commencera par rechercher les grandes lignes du terrain : lignes de thalwegs, lignes de faîte ; l'examen des lignes très marquées de changement de pente donnera ensuite une indication sur la forme des versants.

Puis la connaissance de côtes en nombre suffisant permettra d'apprécier les reliefs relatifs des différents mouvements.

L'esprit pourra alors se faire une représentation mentale générale. une étude plus serrée aidée par la connaissance des lois du modelé, permettra enfin une interprétation de détail.

Modelé régulier

Lorsque le terrain est relativement homogène et qu'il se trouve dans une phase d'érosion assez avancée, il présente un modelé régulier; On peut dans ce cas énoncer pour le dessin certaines règles générales très utiles. Cependant il faut se garder de les croire absolu; il n'en est guère qui ne comportent pas d'exception; elle représente plutôt la forme vers laquelle tend un terrain. soumis à l'érosion régulière par les eaux pluviales.

Mais elles permettent d'éviter des fautes grossières. Chaque fois qu'un premier examen du terrain mènera à croire qu'on a à faire à une exception à ces règles, il y aura lieu de vérifier soigneusement qu'on est dans le vrai.

Règles concernant les thalwegs

La loi fondamentale de l'érosion par les eaux est la loi de la continuité des pentes. Elle se traduit immédiatement pour les thalwegs par quelques règles simples, vérifiées dans la grande majorité des cas.

Ecoulement jusqu'à la mer.

Etant donné un point quelconque du terrain on peut de ce point descendre jusqu'à la mer sans remonter.

L'exception à cette règle serait la cuvette fermée qui n'aurait pas encore de déversoir. Il en existe, mais elles sont très rares.

Il ne faut donc jamais tracer, sans un

examen attentif une courbe fermée autour d'un point de terrain de cote inférieure à cette courbe.

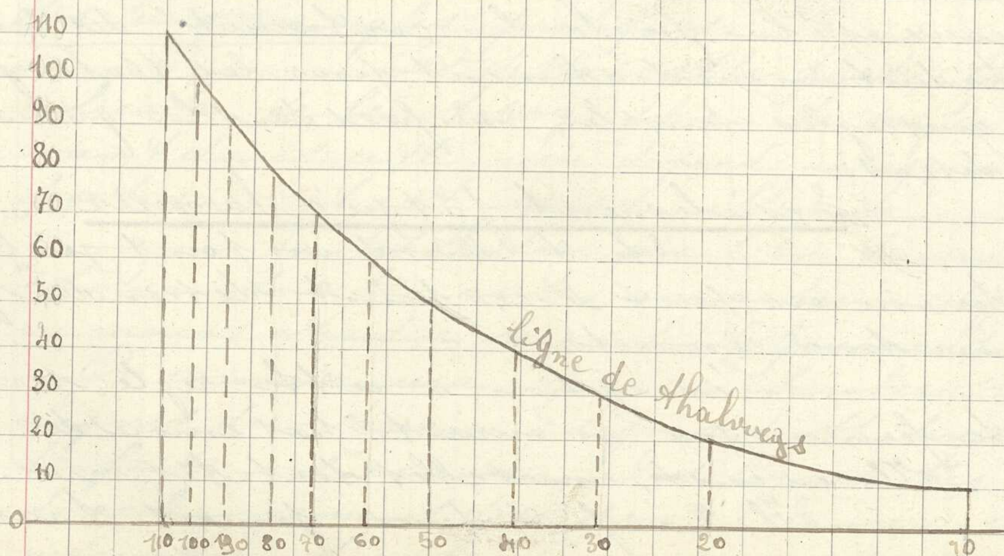
Espacement des courbes le long d'un thalwegs.

La pente d'un cours d'eau croît d'une façon continue de l'aval vers l'amont.

L'exception à cette règle serait un cours d'eau qui n'aurait pas atteint son profil d'équilibre.

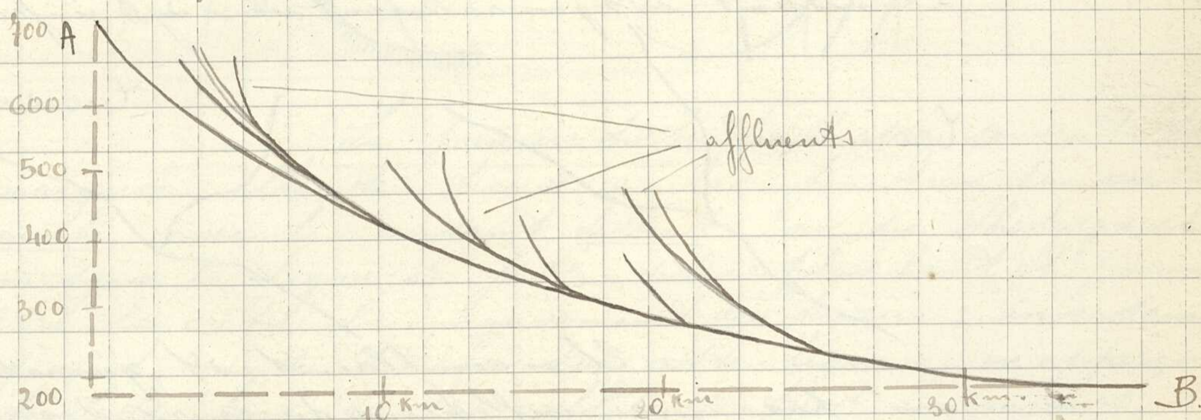
A titre d'indication une rivière navigable peut posséder une pente de 0,5 à 2 pour 1000. Une rivière torrentielle peut offrir une déclivité de 2 pour 1000 à 2 pour 100

La pente d'un torrent proprement dit peut varier entre 2 et 10 pour 100. La pente des ravinements secondaires qui sillonnent les versants peu être plus forte. Ces indications permettent de se rendre compte des limites entre lesquelles peut varier l'espacement des courbes dans un thalwegs pour une échelle et une équidistance graphique donnée.

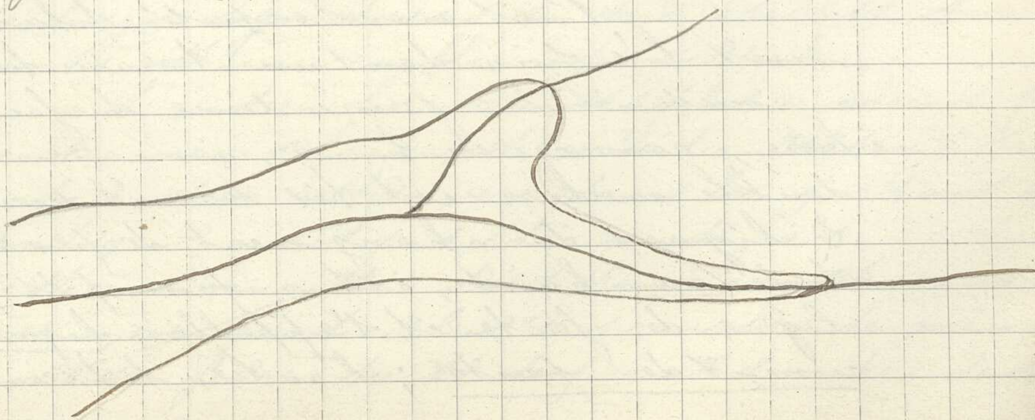


Espacement des courbes dans les différents thalwegs d'un même bassin.

En général si l'on développe sur un même plan les profils d'un cours d'eau et de ses affluents, la courbe profil du cours d'eau enveloppera celles de ses affluents, ces dernières enveloppant à leur tour celle des sous affluents.

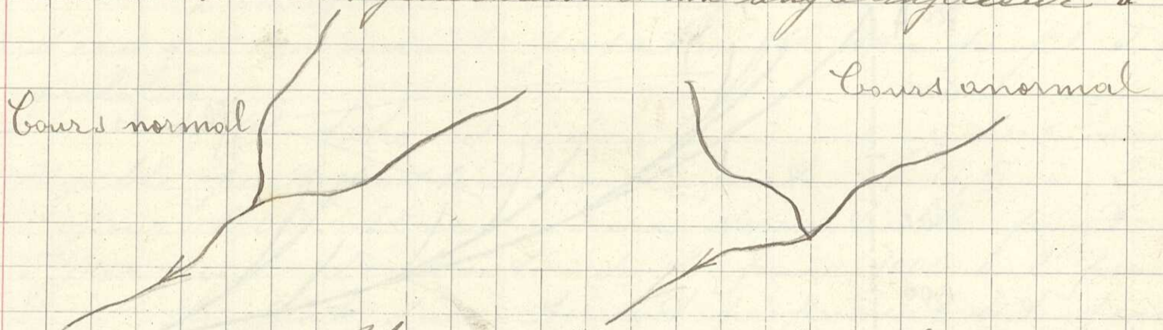


Ceci est la conséquence du fait qu'au point où un cours d'eau atteint son niveau de base – la mer pour un fleuve, le confluent pour ses affluents – son profil est tangent à une droite d'autant plus voisine de l'horizontale que le cours d'eau est plus important, donc pour une même courbe de niveau, aux environs et en amont d'un confluent, coupera le cours d'eau principal a c b, plus loin du confluent que le cours d'eau secondaire c d.



Directions relatives des différents thalwegs d'un même bassin.

Ajoutons à ces règles essentielles 2 règles d'un principe moins rigoureux comportant cependant assez peu d'exception ; l'angle formé par la direction de 2 thalwegs, au point où ils se réunissent est généralement un angle inférieur à 100°.



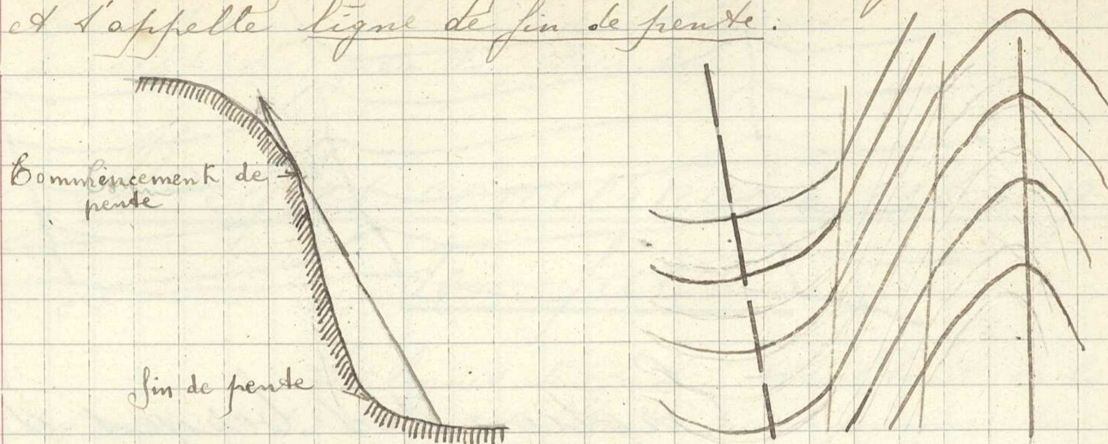
Un confluent est généralement marqué par une inflexion du cours d'eau principal vers son affluent et cette inflexion est d'autant plus accentué que l'affluent est plus important.

Règles concernant les versants

Profil convexo-concave des versants.

Nous avons exposé plus haut comment l'érosion dans un terrain homogène donnait au versant la forme d'une surface à double courbure, convexe en haut, concave en bas. - Cette double courbure est très souvent accusée suivant 2 lignes de changement de pente ; l'une, située en haut, est à peu près parallèle à la ligne de faîte et s'appelle ligne de commencement de pente ; l'autre, située au bas du ver-

sant est à peu près parallèle à la ligne de thalwegs et s'appelle ligne de fin de pente.



La première surtout est assez souvent très marquée ; elle se trouve à la jonction du versant couché avec le versant debout vue du thalwegs, elle masque la ligne de faîte située plus haut et paraît être la crête du mouvement de terrain ; inversement quand on se trouve sur cette ligne, on apperçoit tout le fond de la vallée, ou tout au moins, l'angle mort est très faible cette ligne assez importante au point de vue militaire, s'appelle habituellement la crête militaire.

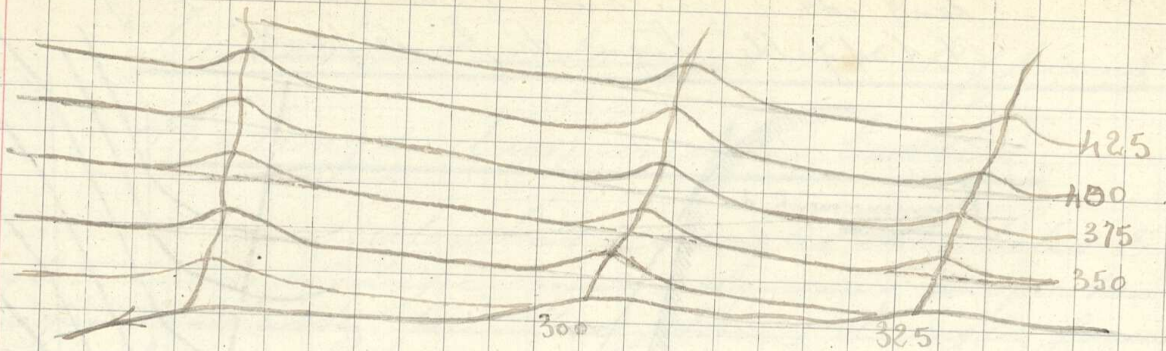
Ces changements de pentes doivent être soigneusement traduits dans la représentation en courbes ou en hachures.

Continuité des versants.

Nous avons vu plus haut comment les thalwegs secondaires se sont établis sur les versants d'une vallée principale.

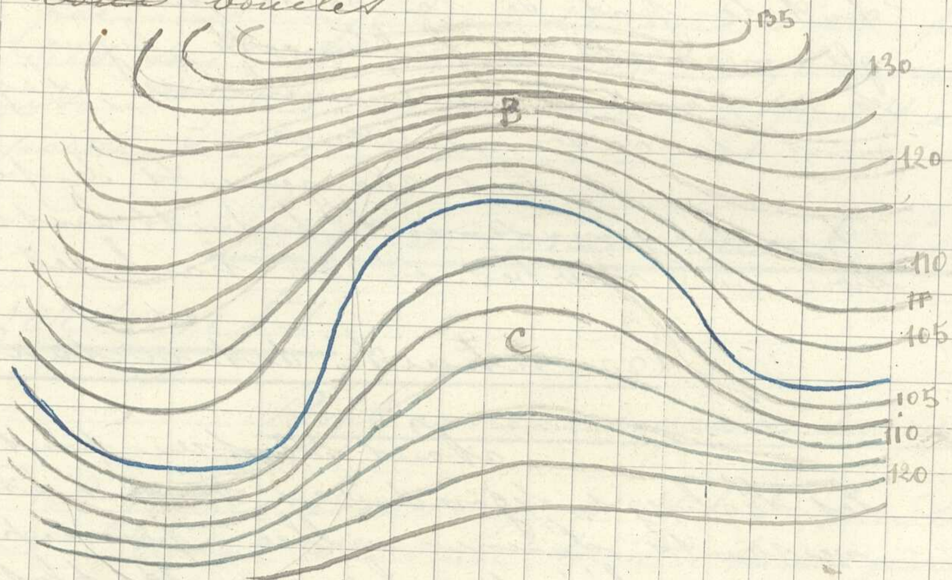
L'érosion les a creusés plus ou moins profondément, mais la continuité du ~~ve~~ versant primitive peu se retrouver dans les portions de ce versant qui n'ont pas été modifiés.

Cette continuité doit donc exister aussi dans le dessin, en particulier les courbes de même côte doivent se faire suite de par et d'autre des thalwegs secondaires.



Erosion des berges d'un cours d'eau sinueux.

Dans les sinuosités d'un cours d'eau les pentes extérieures aux boucles présentes presque toujours une inclinaison très supérieure à celle des pentes intérieures à ces boucles.



En effet, le courant porte la masse d'eau vers la berge extérieure celle-ci est rongée tandis que la berge intérieure délaissée peu à peu prend l'aspect d'un tronc de cone très applatie.

Les courbes enveloppant les boucles d'un cours d'eau doivent donc être plus serrées que les courbes enveloppées par la boucle.

Règles concernant les lignes de faîte

Les lignes de faîte résultent de la réunion des versants 2 à 2, résultants eux-mêmes de l'enfoncement progressif des talwegs. La forme et le profil des lignes de faîte doivent donc être liés intimement à ceux des lignes de thalwegs. ~~ramification~~

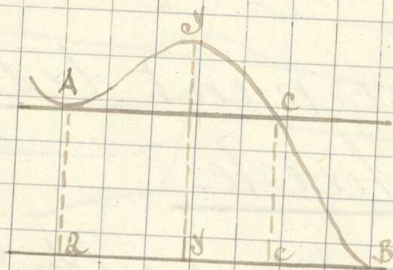
Ramification des lignes de faîte

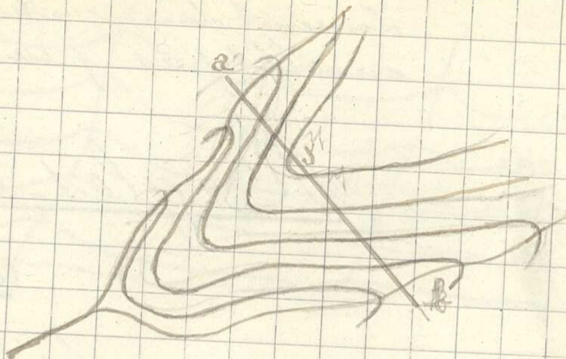
Nous avons déjà dit qu'une ligne de faîte se rattachée toujours à une autre ligne de faîte pour qu'il en fut autrement, il faudrait qu'il n'y eu plus de versant au point où s'arrêterait la ligne de faîte, c'est-à-dire que le sol fut parfaitement plan et horizontal; une semblable circonstance ne peu exister qu'exceptionnellement.

Il ne faut donc jamais dessiner un mamelon, si isolé qu'il paraisse sans rechercher la ligne de faîte qui le réunit à l'arbre commun et sans faire marquer à cette ligne une inflexion plus ou moins accentuée des courbes.

Influence du profil des thalwegs sur les lignes de faîte

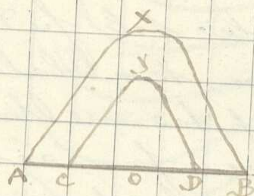
Si 2 cours d'eau sont à 2 niveaux différents, la ligne de faîte qui les sépare se rapproche d'avantage du plus élevé. Soit (a. y. b.) un profil en travers de la croupe séparant 2 cours d'eau situés à 2 niveaux différents.





Comme le terrain est supposé homogène les pentes y a et y b sont identiques et comme l'altitude de a est supposées supérieure à celle de b, y b' sera plus grand que y a'

Influence du tracé des thalwegs sur les lignes de faîte, en pays régulièrement modelé la ligne de faîte séparant 2 cours d'eau s'élève quand ceux-ci s'écartent, s'abaissent quand ils se rapprochent.





A un maximum de distance entre les cours d'eau correspondant corresp en général un mamelon : à un minimum, un col.

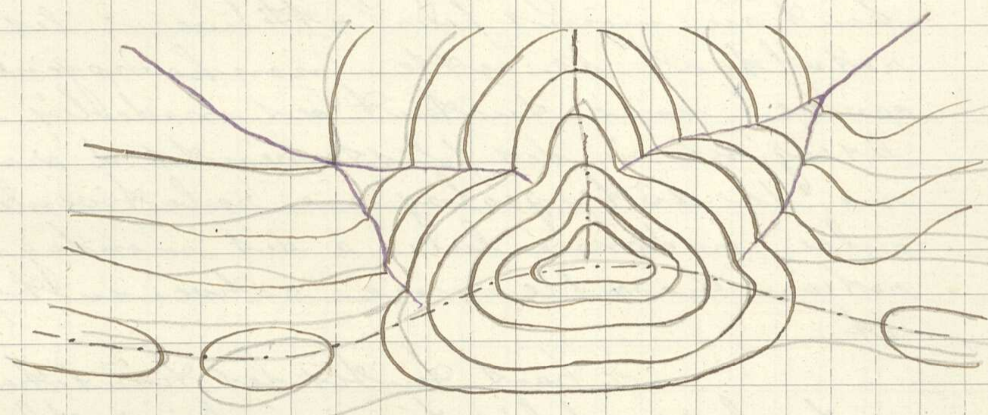
Soit A Y B et C Y D deux profils en travers de la croupe séparant les 2 vallées. Si le terrain est homogène, d'après les lois de l'érosion, les pentes A Y et C Y sont identiques puisque nous supposons C D plus petit que AB il faut que O y soit plus petit que O x

Quand 2 thalwegs opposés prennent naissance de part et d'autre d'une ligne de faîte, celle-ci s'abaisse généralement pour former un col

En effet, chaque thalwegs fait progresser sa tête vers l'amont; les 2 têtes des thalwegs viennent l'une au devant de l'autre et les éboulements qu'elles produisent tendent à abaisser la ligne de faîte, donnant ainsi naissance à un col.

Quand 2 thalwegs voisins prennent naissances du même côté d'une ligne de faîte sa sb celle-ci envoie un rameau sc qui les sépare. Au point d'intersection de ce rameau, correspond généralement un point culminant s et un élargissement de la crête. Ordinairement aussi, la ligne de faîte s'infléchit en ce point du côté opposé au rameau.

Les parties saillantes du terrain ne sont autre chose en effet que les portions épargnées dans l'enfoncement du réseau des vallées



Dès lors on doit s'attendre à ce que les points culminants d'une ligne de faîte, soient justement ceux qui sont le plus éloignés des têtes des ravins aboutissant.

Quant au changement de direction de la ligne de faîte, il a sa cause dans le recul progressif des entonnoir, tête de ravin. En s'étendant peu à peu vers l'amont, ces entonnoirs, ont en effet déterminé un recul correspondant de la ligne de faîte aux points qui leur font face. Quand une ligne de faîte change de direction il en détache à peu près à l'opposé de l'angle qu'elle forme, un contrefort qui peut être fort court, mais qui existe toujours.

Ce point devient donc une bifurcation et par suite de la règle précédente correspond d'ordinaire à une surélévation de la ligne de faîte ou du moins, si celle-ci est très en pente à un palier plus ou moins accusé le long de cette ligne.

Modelés irréguliers.

Nous savons que les modelés irréguliers se produisent particulièrement quand le terrain est constitué par des couches de dureté très inégale et que l'érosion n'a pas été continuée pendant un temps assez long pour faire disparaître ou tout au moins pour atténuer les irrégularités résultant de cette non homogénéité. On rencontre donc surtout ces modelés dans toutes les régions où des plissements d'origine interne, de date géologique relativement peu reculée, ont donné lieu à des montagnes où l'érosion travaille encore activement, Alpes, Jura etc...

Mais toutes les transitions existent entre les modelés très irréguliers et le modelé régulier, les irrégularités sont seulement plus ou moins nombreuses et plus ou moins importantes et elles représentent comme des exceptions aux lois du modelé régulier, il conviendra donc dans chaque cas de les rechercher et de les mettre en lumière dans la représentation du terrain.

Parmi ces irrégularités nous savons que la plus importante est la non régularité des profils, qui se traduit dans les thalwegs par des discontinuités dans la pente et par suite par une variation très irrégulière de l'espacement des courbes de niveau et dans les versants par des lignes de changement de pente très accusées qu'il sera nécessaire de faire ressortir dans le dessin en courbes ou en hachures,

Plus encore que pour le modelé régulier, c'est dans la differenciation des pentes que réside le principal caractère de ces terrains.

Trop souvent on se contente de remplir l'espace que laissent entre elles différentes lignes de thalwegs par des courbes uniformément arrondies et à peu près équidistantes, figurant des croupes cylindriques ou coniques qui se ressemblent toutes. Les terrains à ce point arrondis sont rares; encore les pentes n'y sont elles pas partout les mêmes.

Un des meilleurs moyen à notre sens pour se faire l'œil aux caractères du terrain

Pour éviter ce moule uniforme dans lequel les débutants ont coutume de former tout leur relief c'est de chercher le polyèdre à face plane qui se rapprochera le plus de la forme à rendre, il est rare que les versants ne soient pas assimilables plutôt à des plans qu'à des

surfaces arrondies, naturellement les arêtes résultant de cette assimilation devront être émoussées par le raccord curviligne des lignes de niveau, mais seulement dans la mesure où l'exige le caractère du terrain à rendre ⁄⁄.

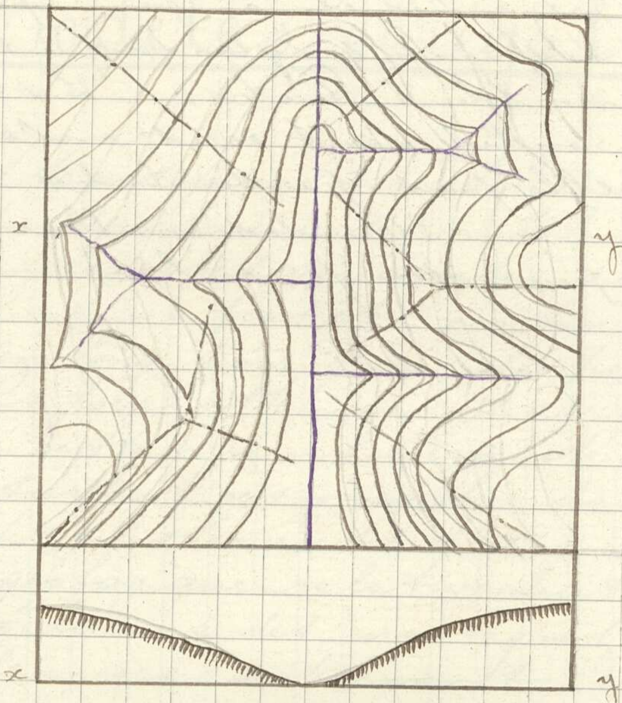


Fig. 1

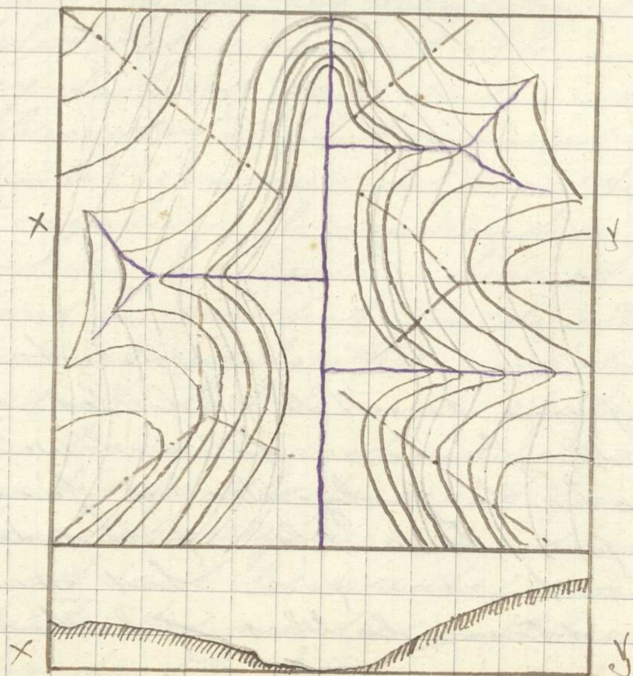


Fig. 2

Dans les figures précédentes nous nous sommes donnés une charpente unique de ligne de thalwegs et de lignes de faîte et nous avons cherché à montrer combien les dessins obtenus sur ce même canevas pouvaient différer les uns des autres selon le caractère du terrain à rendre. Dans la figure 1 nous avons supposé une surface sculptée pour l'érosion en terrain homogène le modelé est normal un peu mou, sans grand caractère. Le profil en long des thalwegs est régulièrement concave. Dans celui des lignes de faîte et des autres lignes de plus grande pente la forme convexe domine.

La figure 2 représente un terrain analogue, bien que plus franchement convexe, avec cette ag-

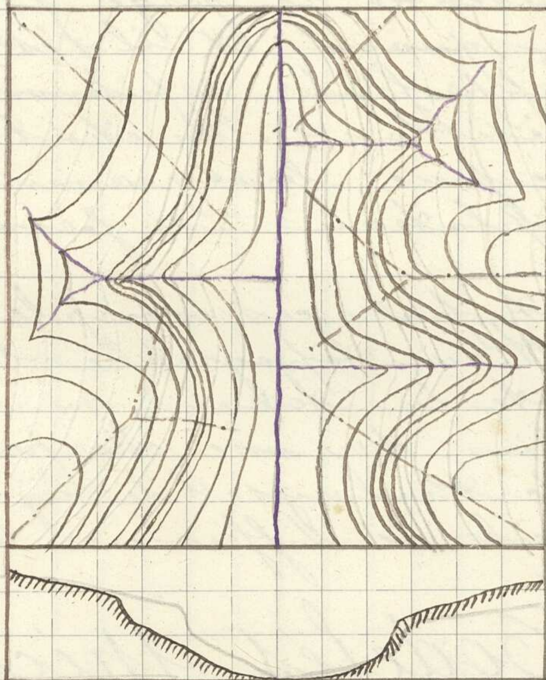


Fig. 3

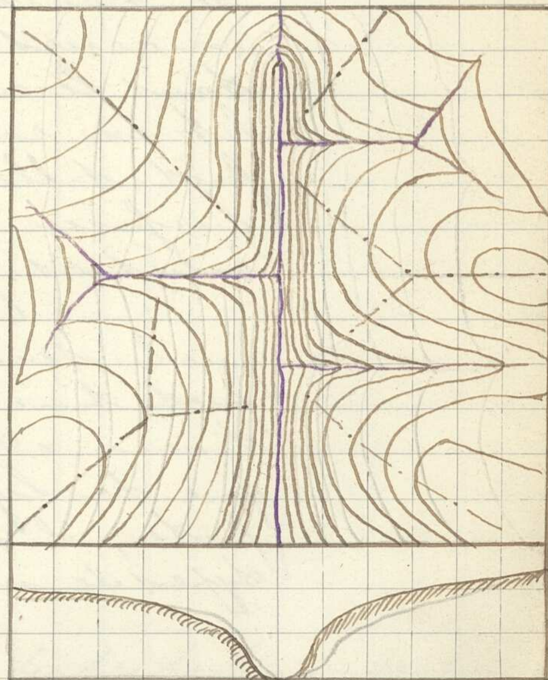


Fig. 4

gravation que le raccord concave du bas des pentes a disparu masqué par exhaussement du lit majeur (fond de la vallée) que la rivière est supposée avoir remblayer.

Ici le caractère réside dans l'opposition du fond plat de la vallée avec la chute brusque des pentes les plus fortes sur ce fond plat.

Avec la figure n° 3 nous passons à une région de plateau. Le caractère est inverse du dessin précédant. Ce n'est plus la ligne de fin de plaate qui s'accuse ~~f~~ brutalement c'est la ligne de commencement de pente qui fait succéder sans transition le plateau supérieur presque plat aux pentes les plus fortes d'un versant plongeant, cette fois nettement concave. enfin par la figure n° 4 se trouve représentée la gorge que forme un cours d'eau quand ~~il~~ il s'est trouvé dans le cas d'approfondir rapidement son lit en roche résistante. Un étroit et profond sillon s'enfonce brusquement à la surface d'un plateau aux formes peu accusées.

On voit par ces exemples de quel secours est au topographe l'interprétation exacte du terrain qu'il a à dessiner et combien sur une charpente unique de ligne de thalwegs et de ligne de faîte, il est facile de différencier les divers types de modelés.

Modelés spéciaux

Nous avons examiné succintement les caractères des principaux modelés spéciaux, le ruissellement n'ayant joué qu'un rôle plus ou moins faible

dans leur établissement, les lois du modelé régulier ne leur sont applicable qu'avec précaution ; elles leur seront même tout à fait étrangère dans les cas très rares où le ruissellement n'est pas intervenu du tout : terrains volcaniques ~~ret~~récent, modelé glaciere.

La figure nous montre un terrain modelé par les glaciers, où l'érosion des eaux n'a pas encore agit d'une manière très appréciable. On y remarque particulièrement : le grand nombre de petites cuvettes, l'absence de lignes générales, l'irrégularité des profils et la nécessitée de numéroter toutes les courbes pour arriver à se repprésenter le terrain.

Le levé et l'interprétation de la carte de tel terrain sont donc assez délicat et demande une étude attentive. mais ces terrains sont heureusement exceptionnels et nous ne nous y arrêterons pas davantage.

Méthode pour le figuré du terrain

Éléments pour le figuré du terrain.

Sur un terrain qui a été modelé par des phénomènes naturels, les formes des sections horizontales se modifient progressivement avec continuité. Il en résulte que l'on peut tracer ces sections sans hésitation, pourvu que l'on connaisse d'une part quelques points par lesquels elles doivent passer; et, d'autre part, leur allure définie par quelques sections continuent, ou même par des fragments de sections levées par point soit à côte ronde soit à côte arbitraire. Ces éléments du modelé peuvent être d'autant moins nombreux que leur position sur le terrain aura été choisi avec plus de discernement. Si l'on constaté que le tracé des sections intermédiaire présente de l'indécision, cela prouverai que les éléments géométriques ne sont pas assez complet.

Des profils.

Les points à côte ronde par lesquels les sections doivent passer sont généralement marqués par interpolation sur des profils généralement composés de lignes polygonales.

dont chaque côté doit avoir sur le terrain une pente sensiblement uniforme. Ces profils sont d'autant plus avantageux que leur direction est choisie plus voisine de celle de la ligne de plus grande pente: Ils fournissent alors, à égalité de développement, plus de point à côtes rondes. Lorsque le terrain oblige à les tracer suivant une direction voisine de l'horizontale, on les emploie de préférence à filer directement par point la section horizontale voisine. ou, en cas d'impossibilité à tracer des amorces de profils dirigé suivant la pente, sur lesquels on déduit par interpolation le tracé de cette section.

Levé et nivellement des profils

Ces profils comprennent:

1° Les cheminements du canevas de la planimétrie qui ont été nivellés,

2° D'autres lignes polygonales auxquelles ont ne rattache pas de détail mais qu'on lève en vue du figuré du terrain.

Generalement on lève celles-ci par cheminement et en sautant 1 station sur 2. Quand le procédé de cheminement est impossible ou trop difficilement applicable, on peut déterminer les sommets de ces profils par relèvement s'appuyant sur des signaux naturel qui auront été rattachés au polygone par le procédé d'intersection. Comme nous l'avons déjà dit d'ailleur, on évitera autant que possible ce genre d'opération et si on l'emploi, on prendra les précautions suivantes:

Les côtes obtenues par relèvement présentent habituellement des incertitudes de plusieurs décimètres soit en plus soit en

moins pour l'échelle du levé. Ces erreurs seraient bien admissible sur des profils à pente raide, car elle n'y modifierai pas notablement la position des sections horizontales, mais, sur des pentes douces il est indispensable de les éviter pour cela, on détermine, par relèvement, la position de chaque point, mais non sa côte; puis on mesure la pente de chaque côté du profil, au moyen de ces pentes et des longueurs des côtes prises sur le plan on calcule les dénivelles des points consécutifs enfin on conclue les côtes des sommets, tant de ces dénivellés que des côtes des points extrêmes; celles-ci pouvant être déterminés par relèvement s'il est trop difficile de rattacher directement ces points à des sommets de cheminement.

En un mot on cherche à éviter les erreurs relatives trop fortes dans les dénivelés des points voisins et c'est pour cela qu'on les rattache l'un à l'autre pour le nivellement; les côtes de la région correspondante pourront être trop fortes ou trop faibles par rapport à l'ensemble mais elles concorderont entre-elles pour cette région et leur erreur n'influera notablement sur la forme des sections horizontales qu'on en conclura.

Choix des profils

Les principaux profils doivent definir:

1º Toutes les lignes qui, sur le terrain, présente l'aspect d'arête rentrantes ou saillantes soit vives, soit plus ou moins émoussées par les intempéries.

2º Les génératrices médianes de toutes les surfaces cylindroïdales qui présentent sur la forme de gouttières ou de dos continus. En un mot toutes les lignes sur lesquelles les sections horizontales offrent leur flexion ou leur plus petit

rayon de courbure.
Ces lignes doivent être marquées sur le dessin en traits pointillé fin lorsqu'el le correspondent à des lignes de brusque changement de pente.
D'autres profils sont nécessaires pour servir d'appuye, soit aux sections horizontales filées sur le terrain, soit au amorces de ces sections, on leur donnera généralement des directions peut éloignées de celle de la ligne de plus grande pente. Nous dirons tout à l'heure comment ils doivent être espacés pour faciliter le tracet des sections horizontales.

Sections horizontales levées

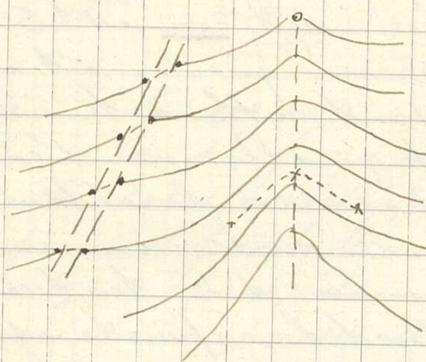
Toutes les fois que cela sera possible, on lèvera par point des sections horizontales continues à côte ronde, qui devront se rattacher, par leur 2 extrémitées à des points du canevas. La longueur des sections comprises entre ces points ne doi- devra pas excéder au grand maximum 2500 à 3000 m. Quand on aura reconnu que leur écart de fermeture est admissible, on aura soin de répartir cet écart et l'on marquera par de gros points noirs tous les points déterminés
Ces sections seronts choisies vers le haut et le bas des pentes qui présenteront dans leurs forme une continuité telle que les intermédiaire puissent être intercalées à vue sans hésitation.
Il convient généralement que ces courbes levées ~~soit~~ respectivement pour équi velée 2m50, 5m0 10m0 15m0 20m0 et 40m0 lorsque les pentes sont inférieure à $\frac{1}{64}$ à $\frac{1}{32}$ $\frac{1}{16}$ à $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ valeur pour lesquelles

les sections horizontales à l'équidistance métrique de la carte (5 m) ont des écartement successif de 32 mm, 16 mm, 8 mm, 8 mm, 4 mm et 1 mm.

En d'autres terme l'espacement graphique convenable des courbes levées est, en général, d'un centimètre ½ au moins.

Amorce des sections horizontales

Quand le terrain ne se prêtera pas à ce levé direct des sections horizontales on multipliera les profils dirigés suivant la pente, et on les accompagnera d'amorce de sections horizontales établies dans les mêmes conditions d'espacement que les sections continuent, il n'est pas indispensables que ces amorces soit à côte ronde, mais quand elles seront à cont côte arbitraire on les dessinera ent pointé fin entre les gros points qui marqueront les points déterminé et on inscrira les côtes sur le dessin.

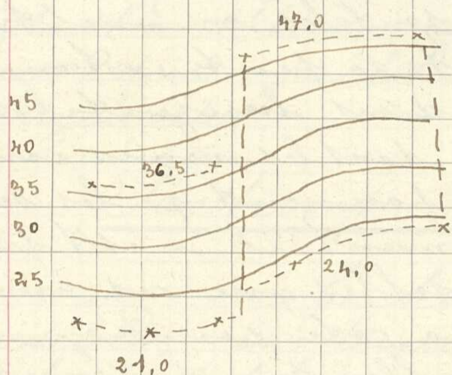


Ces profils devront être d'autant plus rapprochés que les amorces seront plus courtes car les extrémités opposé d'amorce issues de 2 profils consécutifs devront s'arrêter à peu de distance d'une même ligne de plus grande pente.

Parmi ces amorces on doit considérer comme ayant une importance majeure celles qui traversent les lignes de plus forte courbure, il importe de définir très correctement leur forme en choisissant convenablement la station de la planchette et la hauteur de mire et en serrant d'autant plus les points que le rayon de courbure est plus petit.

Ordre à suivre dans le figuré du terrain

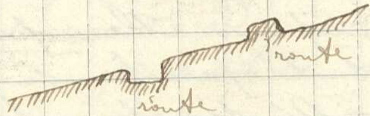
Pour exécuter le figuré du terrain, on commence par marquer à l'encre, par de gros points les points déterminés par les cheminements puis, on inscrit à côté

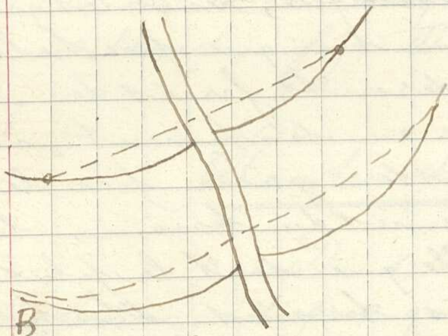


en caractère filiforme, en négligeant les centimètres, mais en forcé d'une unité les décimètres quand le nombre des cm est 5 ou plus grand que 5, et en disposant cette côte de telle sorte qu'elle ne s'embrouille pas avec le détail du plan, détail déjà dessiné. Ensuite on interpole des points à cote ronde sur tout ceux des cotes du canevas dont la pente est uniforme. C'est après ces préparatif qu'on procède au levé des éléments complémentaires du figuré, savoir des profils et des sections ou amorces de sections. Lorsque ces opérations complémentaires sont achevées si on estime qu'entre 2 de ces amorces dont les altitudes sont diférentes la pente du terrain est uniforme, on trace à vue, sur le dessin entre ces amorces, quelques profils auxillaires sur lesquels ont interpole des points à cotes rondes. Enfin on trace par les différents points à même côte des sections horizontales en modifiant progessivement leurs formes pour les plier aux allures des portions qui ont été déterminées par points.

Terrains modifiés par les voies de communication

Les voies de communication sont généralement en déblai ou en remblai et forme sur la surface primitivement continue du terrain des tranchées ou des chaussées d'une faible largeur. Il faut avoir égard à cette circonstance si l'on veut éviter des fautes grossières dans le tracé des sections on aura donc soin d'estimer la hauteur des remblais ou la profondeur des déblai pour en conclure la cote correspondant sur la même verticale au terrain primitif et l'on se servira de la cote ainsi corrigée pour donner à la courbe horizontale l'allure qui lui convient aux abords des chemins. En négligeant cette précaution et se servant des cotes rondes déduites des cheminements fait sur les voies de communication, on arriverai à des tracés complètement faux. Ainsi, pour un sentier où la dépression serait seulement de 0m,50 dépression raccordée avec le sol par des glacis de trois à 4 mètres d'épaisseur on arriverai au tracé des lignes pointillées BCB' au lieu de BACA'B' qui correspondent aux sections vraies.





On ne saurai trop insister, sur ce que, pour tracer les sections horizontales, surtout dans les terrains à pente douce, il ne faut jamais utiliser sans correction les côtes déduites des cheminements fait sur les voies de communication;

Les voies sont presque toujours en déblais ou en remblais quoique souvent cela ne soit pas appréciable au 1er abord quand le terrain primitif est raccordé avec la voie par des glacis de plusieurs mètres de largeur.

Lois des formes du terrain

En suivant la méthode qu'on vient de lire on arrivera naturellement à définir d'une manière convenable le relief du terrain.

Cette définition, pour être parfaite, exigera plus ou moins d'opérations suivant l'habileté et le coup d'œil des opérateurs, ceux-ci constateront facilement, en commençant, que, pour exécuter un modelé correct, ils auront fait souvent des opérations superflues et il en viendront ensuite à diriger leur travail de manière à ne faire que le nombre d'opérations indispensables.

Mais il trouveront des terrains, ceux qui sont couverts de bois par exemple, dans lesquels cette méthode géométrique ne sera que partiellement applicable. Alors ils seront forcés de tracer les sections en partie au sentiment, à l'estime et ils devront se laisser guider par les lois qui régissent les formes du terrain, lois dont on va signaler celle qui sont le plus souvent applicable dans les terrains stratifiés surtout et non bouleversés les formes du sol ayant étée modelée par les actions érosives de l'eau satisfont au moins dans leurs traits généraux à certaines lois dont quelques-unes et des plus importantes vont être signalées sans doute, ces lois présentent des exceptions mais même alors la comparaison des formes qu'elles indiquent avec les formes

réelles aidera à bien comprendre ces dernières et à donner à leur représentation le cachet de la vérité.

Surfaces planoïdales et leurs raccordements.

principalement dans les terrains stratifiés on constate que la surface se compose de plans plus ou moins ondulés, dont les intersections sont remplacées par des surfaces en formes de cylindres et de cones. De sorte que les sections horizontales se composent de portions n'ont pas rigidement rectiligne mais souplement voisine de la rectilignité et raccordées entre elles par des courbes dont la courbure est très prononcée (fig. 1)

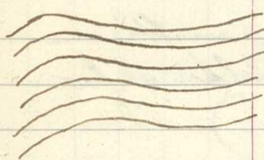


Fig I

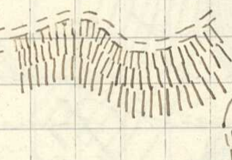


Fig II

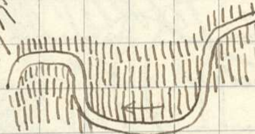


Fig. III

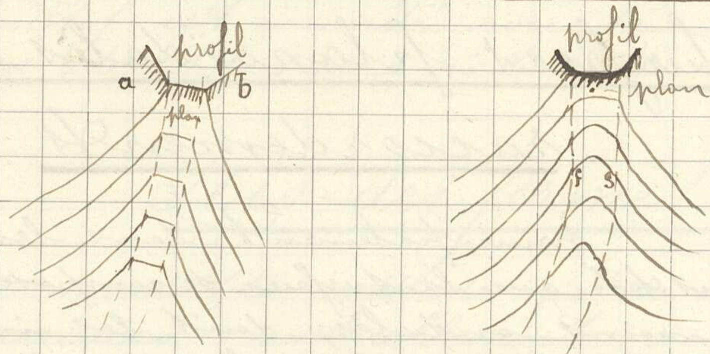
Des formes coniques se rencontre surtout dans les talus d'éboulis (pente $\frac{35}{10^o}$ ou $\frac{40}{10^o}$) fig II et dans les cirques d'érosion latérale dans certains vallons. fig. III.

Pente des berges et des vallons.

Dans les terrains de composition uniforme, et pour que les vallons qui ont été modelés par des actions érosives de même nature, les pentes des flancs ou versants ont souvent la même valeur moyenne. Cette inclinaison est en rapport avec la nature du terrain, raide dans les terrains solides plus ou moins douce dans les terrains argileux ou marneux. ×

(Les exceptions à cette règle proviennent le plus souvent de ce que des érosions récentes ou encore actives non pas permis au sol de prendre sa pente d'équilibre stable.

Fonds des valons.

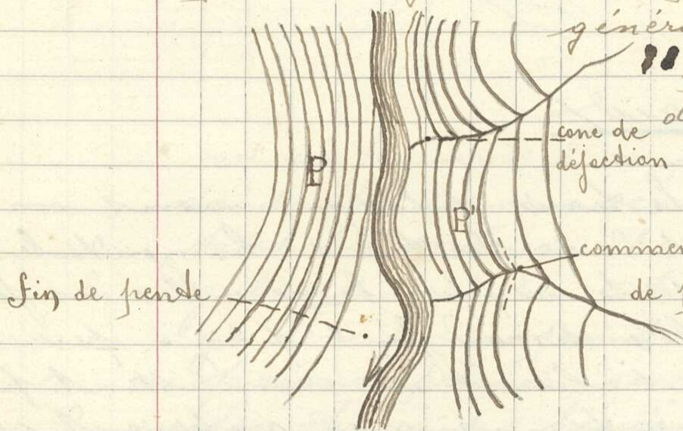


On peut, le plus souvent, considérer les flancs d'un vallon comme 2 surface planoïdales qui primitivement se seraient coupées en formant une gouttière aigue dont le fond aurait comblé ultérieurement par des alluvions (figure) il importe extrêmement pour dessiner un valon de tracer au crayon les 2 lignes de fin de pente qui forme le pied de ces berbes (a b) de mesurer la pente de ces lignes ou du thalwegs, pente que l'on estime presque toujours trop faible; Les sections horizontales des berges doivent être sensiblement rectilignes et parralleles entre elles. Jusqu'à ses lignes de fin de pente a partir desquelles elle change de direction soit brusquement lorsque le vallon est à fond plat soit gaduellement quand le fond est concave. Dans ce dernier cas, pour donner aux sections la forme convenable, il importe de filer les sections ou au moins de se rendre compte du nombre de mètre dont le thalwegs est au dessous des lignes de fin de pente afin de placer les sommets s, s', s'' des courbes en regard des points f, f', f'' dont les cotes excède d'une quantité égale à la dépression du

thalwegs les côtes des courbes que l'on trace.

Confluent des vallons
Continuité des flancs des vallées

Près du confluent d'un vallon dans une vallée, les flancs de ces 2 accidents du sol se coupent suivant des arêtes A et A', qui ont été plus ou moins arrondies par les agents atmosphériques, mais dont on reconnaît généralement l'existance quand on se porte en B sur la berge opposée de la vallée, pour observer le débouché du vallon sous un éclairage convenable (rayons solaires très rasant pour l'un des flancs;



Dans ces mêmes conditions on reconnait généralement que les 2 surfaces planoïdales P et P' de la berge de la vallée principale, se font suite, comme si le vallon avait été entaillé après coup à travers une surface continue. On reconnait encore généralement que les petites gouttières tel que G. n'interrompent cette continuité que dans une étendue très restreinte, que l'on peut alors estimer ou mesurer. La constatation de ces fait permet de modeler d'abord le flanc de la vallée principale par des sections horizontales continues sans avoir égard à ces accidents locaux, que l'on ne dessine qu'après coup, avec leur forme et leur dimension réelle sans cette précaution, on est presque toujours tenter d'en exagérer l'importance.

Commencement des pentes

Les flancs à pente raide des vallées et des vallons coupe souvent la surface des plateaux suivant des lignes de commencement de pente, arrêtes plus ou moins adoucies qu'il importe beaucoup de rechercher et d'exprimer sur la carte.

Plateaux.

Sur les plateaux plus ou moins ondulé, les formes des sections horizontales les plus basses se rapprochent de celles des flancs des vallons et elles se modifient peu à peu à mesure qu'elle s'élèvent en arrondissant plus en plus leurs farrets mais en conservant généralement des formes analogues à celles des sections les plus basses.

Sur ces plateaux, l'origine de certain vallon V s'épanouit parfait en forme de cône raccordant 2 surfaces planes.—

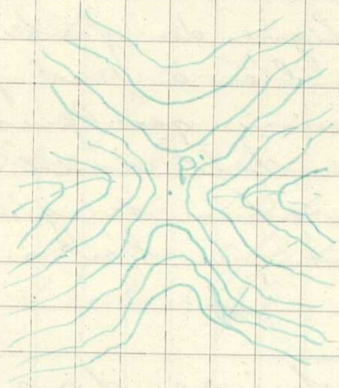


Point de partage.

Ensellement.

Quand on monte le long d'une ligne de fil d'eau d'une vallée On fini par arriver à un point culminant P. qui fait partie d'une ligne de faîte, Ce point culminant est un

point de partage pour les thalwegs qui descendent sur les 2 versants opposés en ce point la surface du sol présente la forme d'une selle ; c'est un ensellement (col).



Si on imagine les sections horizontales qui passent par le point de partage, c'est sections ont généralement des formes à peu près rectilignes qui se coupe franchement en P.

Les sections déterminées par les surfaces de niveaux supérieures ou inférieures à ce point de partage s'enchâssent dans les premières comme des hyperboles dans leur asymptotes de sorte qu'elles ont des formes d'autant plus anguleuses que leur côte s'approche s'approche d'avantage de celle du point P. Il importe beaucoup pour exprimer correctement un ensellement, de tracer ses horizontales asymptotes approximativement au crayon.

Pays boisés.

Dans les pays boisés outre les chemins qui les traversent et qu'on doit lever on peut généralement suivre les vallons principaux, déterminer des côtes dans leurs thalwegs et mesurer la pente de leurs flancs dans les parties où les broussailles sont plus clairsemées. On peut encore souvent déterminer des côtes sur les sommets de ces flancs, en se portant dans les clairières et en opérant par relèvement on peut même parfois, à défaut d'autres moyens plus précis, déterminer approximativement, par intersection, les positions et les côtes des sommités, en visant, des stations situées à peu près à leur hauteur, les points culminant de leur silhouette

on a ainsi des côtes appartenant aux cimes des arbres; on les diminue, de la hauteur estimée de ceux-ci. Des points culminants du terrain on déduit, à l'estime, la ligne de faîte et les cols puis les thalwegs que l'on a pas pu suivre, mais dont on a reconnu quelques points enfin on achève le modelé dans l'ordre que nous allons indiquer et en se guidant sur les silhouette du terrain que l'on a pu voir de points élevés.

Ordre à suivre dans le modelé à vue.

L'ordre de l'exposition que nous avons vu plus haut est aussi l'ordre que l'on doit suivre pour exécuter à vue le modelé du terrain quand on a pas pu le déterminer géométriquement. Il faut donc :

1° Tracer les pieds et les sommets des flancs des vallons et des vallées y espacer des points à côte ronde et modeler les flancs par des sections continues en négligeant d'abord des accident locaux que l'on exprimera plus tard ;

2° Modeler les fonds des vallons.

3° Raccorder, par des arrondissements d'un rayon convenable les sections des flancs qui appartiennent à des vallons d'ordre différent.

4° Modeler les plateaux et l'origine des petits vallons qui y prennent naissance.

5° Exprimer les cols qui déprimant les lignes de faîte à l'origine de certain vallon ainsi que les sommités sur lesquel passent ces lignes de partage.

En général avant de modeler une partie du terrain l'on tachera de se porter successivement sur plusieurs point ~~dont~~ d'où l'on pui-

ter avoir une vue d'ensemble sous différents aspects.
Le tracé des courbes doit être préparé amorcé et arrêté que sur le terrain à la vue des formes à représenter et non pas au bureau. (Voir les figures 2 et 3) pour se faire une idée des défectuosités auquel un topographe inexpérimenté est exposé faute d'observer les recommandations faites ci-dessus et à cause surtout des illusions visuelles provenant des effets de perspectives de contraste et d'éclairage.

Transformation des signes conventionnels dans les cas complexes

Il peut arriver en certains endroits que la place dont on dispose sur le papier ne soit pas suffisante pour représenter avec leurs dimension conventionnelles tous les objets qui se trouvent juxtaposés sur une surface déterminée du terrain. On est alors conduit à mettre à son emplacement exact, soit l'objet le plus voisin du centre de la surface considérée lorsque les divers objects sont d'importance équivalente le plus important dans le cas contraire en procédant ainsi on déplace de proche en proche les objets les plus éloignés de celui qui a été placé dans sa position exacte en sorte que la surface correspondant au groupe de ces objects se trouve dilatée. La dilatation maxima ne doit pas dépasser, en principe, 3 mm pour les groupes les plus importants d'objet juxtaposés, et, d'ailleurs, il faut toujours s'efforcer de s'éloigner le plus possible de ce maximum, sans toutefois que la clarté des convention du dessin soit compromise. Pour obtenir ces résultats on recourra aux moyens suivants soit séparément soit même simultanément si cela est nécessaire ;

1º Commencer par réduire à un minimum de 4 decimillimètre l'intervalle entre les traits du signe figurant 2 objets contigües.

2º Si celà ne suffit pas rendre filliforme les traits des voies ferrées et les différents traits forts, puis réduire à un minimum de :
à 1 mm les signes figurant les constructions.
à $\frac{1}{2}$ mm l'écartement des traits figurent le

routes, chemins, cours d'eau et canaux.

3°. Enfin en cas de nécessité, procéder à une généralisation rationnelle des objets par la suppression des moins importants d'entre eux en se guidant pour cette suppression d'après l'ordre ci-dessous.

a) arbres bordant les routes, chemins, cours d'eau et canaux
b) talus et escarpement de peu d'importance bordant les routes, chemins, cours d'eau et canaux.
c) Clotures, fossés,
d) cultures de petite étendue.
e) étang, mare, carrière de petites dimension,
f) batiments secondaire d'un groupe de construction
g) batiments isolés de peu d'importance
H) sentiers
i) chemins de halage.
j) chemins
K) pont, ponceaux. passerelle, pont de petite dimension
L) digues, aqueduc
M) cours d'eau de moins de 5 m de large et petits canaux.
